

Suivi de la qualité des milieux aquatiques du département du Doubs

CD Eau

2024



Loue à Chenecey-Buillon, Plaisir Fontaine en haut, et résurgence du Maine en bas (CD Eau, 2024)

- Réseau patrimonial (13 stations) : Doubs, Loue, Brème, Lison, Dessoubre, Reverotte, Dugeon, Cusancin, Audeux
- Approches bassin-versant (16 stations) : Longeaux, BV Brème et ruisseaux du Marais de Saône
- Approche assainissement (3 stations) : la Lanterne



Table des matières

PREAMBULE	5
PARTIE 1 – RESEAU PATRIMONIAL	8
I. LE DRUGEON	10
A. LOCALISATION	10
B. CONTEXTE HYDROLOGIQUE	11
C. ÉTAT ECOLOGIQUE DCE	13
D. TEMPERATURE ET PRESSION ORGANIQUE	14
E. TROPHIE	15
1. MATIERES PHOSPHOREES	15
2. MATIERES AZOTEES	16
F. PESTICIDES ET AUTRES MICROPOLLUANTS, METAUX LOURDS	18
1. PESTICIDES	18
2. AUTRES MICROPOLLUANTS	19
3. METAUX LOURDS	22
G. HYDROBIOLOGIE	25
1. DIATOMEES	25
2. MACRO-INVERTEBRES	28
3. POISSONS	30
H. CONCLUSION	31
II. LE CUSANCIN ET AUDEUX	33
A. LOCALISATION	33
A. CONTEXTE HYDROLOGIQUE	37
B. ÉTAT ECOLOGIQUE DCE	39
C. TEMPERATURE ET PRESSION ORGANIQUE	39
D. TROPHIE	41
1. MATIERES PHOSPHOREES	41
2. MATIERES AZOTEES	43
E. PESTICIDES ET AUTRES MICROPOLLUANTS, METAUX LOURDS	47
1. PESTICIDES	47
2. AUTRES MICROPOLLUANTS	48
3. METAUX LOURDS	52
F. HYDROBIOLOGIE	55
1. DIATOMEES	55
2. MACRO-INVERTEBRES	57
3. POISSONS	60
G. CONCLUSION	64

III.	LE DESSOUBRE ET LA REVEROTTE	65
A.	LOCALISATION	65
B.	CONTEXTE HYDROLOGIQUE	71
C.	ÉTAT ECOLOGIQUE DCE	72
D.	TEMPERATURE ET PRESSION ORGANIQUE	73
E.	TROPHIE	75
1.	MATIERES PHOSPHOREES	75
2.	MATIERES AZOTEES	77
F.	PESTICIDES ET AUTRES MICROPOLLUANTS, METAUX LOURDS	80
1.	PESTICIDES	80
2.	AUTRES MICROPOLLUANTS	82
3.	METAUX LOURDS	87
G.	HYDROBIOLOGIE	89
1.	DIATOMEES	89
2.	MACRO-INVERTEBRES	93
3.	POISSONS	95
H.	CONCLUSION	98
IV.	VALLEE DE LA LOUE	99
A.	LOCALISATION	99
B.	CONTEXTE HYDROLOGIQUE	104
C.	ÉTAT ECOLOGIQUE DCE	105
D.	TEMPERATURE ET PRESSION ORGANIQUE	106
E.	TROPHIE	108
1.	MATIERES PHOSPHOREES	108
2.	MATIERES AZOTEES	110
F.	PESTICIDES ET AUTRES MICROPOLLUANTS, METAUX LOURDS	113
1.	PESTICIDES	113
2.	AUTRES MICROPOLLUANTS	114
3.	METAUX LOURDS	118
G.	HYDROBIOLOGIE	120
1.	DIATOMEES	120
2.	MACRO-INVERTEBRES	124
3.	POISSONS	126
H.	CONCLUSION	134
V.	LE DOUBS FRANCO-SUISSE	135
A.	LOCALISATION	135
B.	CONTEXTE HYDROLOGIQUE	138
C.	ÉTAT ECOLOGIQUE DCE	139
D.	TEMPERATURE ET PRESSION ORGANIQUE	140

E. TROPHIE	141
1. MATIERES PHOSPHOREES	141
2. MATIERES AZOTEES	142
F. PESTICIDES ET AUTRES MICROPOLLUANTS, METAUX LOURDS	144
1. PESTICIDES	144
2. AUTRES MICROPOLLUANTS	146
3. METAUX LOURDS	153
G. HYDROBIOLOGIE	156
1. DIATOMEES	156
2. MACRO-INVERTEBRES	158
H. CONCLUSION	160

PARTIE 2 – APPROCHES BV **161**

I. RUISSEAU DES LONGEAUX **161**

A. CONTEXTUALISATION	161
B. ÉTAT ECOLOGIQUE DCE	164
C. TEMPERATURE ET PRESSION ORGANIQUE	165
D. TROPHIE	168
1. MATIERES PHOSPHOREES	168
2. MATIERES AZOTEES	169
E. PESTICIDES ET AUTRES MICROPOLLUANTS, METAUX LOURDS	171
1. PESTICIDES	171
2. MICROPOLLUANTS	173
3. METAUX LOURDS	176
F. HYDROBIOLOGIE	178
1. DIATOMEES	178
2. MACRO-INVERTEBRES	180
G. SYNTHESE	182

II. BV DE LA BREME **183**

A. CONTEXTUALISATION	183
B. CONTEXTE HYDROLOGIQUE	189
C. ÉTAT ECOLOGIQUE DCE	196
D. TEMPERATURE ET PRESSION ORGANIQUE	198
E. TROPHIE	201
1. MATIERES PHOSPHOREES	201
2. MATIERES AZOTEES	207
F. PESTICIDES ET AUTRES MICROPOLLUANTS, METAUX LOURDS	211
1. PESTICIDES	211
2. AUTRES MICROPOLLUANTS	214
3. METAUX LOURDS	217

G.	HYDROBIOLOGIE	218
1.	DIATOMEES	218
2.	MACRO-INVERTEBRES	220
H.	SYNTHESE	223
III.	RUISSEAU DU MARAIS DE SAONE	224
A.	CONTEXTUALISATION	224
B.	ÉTAT ECOLOGIQUE DCE	226
C.	TEMPERATURE ET PRESSION ORGANIQUE	227
D.	TROPHIE	230
1.	MATIERES PHOSPHOREES	230
2.	MATIERES AZOTEES	231
E.	PESTICIDES ET AUTRES MICROPOLLUANTS, METAUX LOURDS	234
1.	PESTICIDES	234
2.	AUTRES MICROPOLLUANTS	237
3.	METAUX LOURDS	240
F.	HYDROBIOLOGIE	241
1.	DIATOMEES	241
2.	MACRO-INVERTEBRES	242
G.	SYNTHESE	245
PARTIE 3 – APPROCHE ASSAINISSEMENT		246
I.	LA LANTERNE	246
A.	LOCALISATION ET CONTEXTE	246
B.	ÉTAT ECOLOGIQUE DCE	248
C.	PHYSICO-CHIMIE	249
D.	PESTICIDES ET AUTRES MICROPOLLUANTS	253
E.	BIOLOGIE	256
1.	DIATOMEES	256
2.	MACRO-INVERTEBRES	257
F.	SYNTHESE	258

Préambule

Le réseau de suivi de la qualité des eaux superficielles 2024 porté par le Département du Doubs (32 stations) a été décliné sous 3 approches aux objectifs complémentaires :

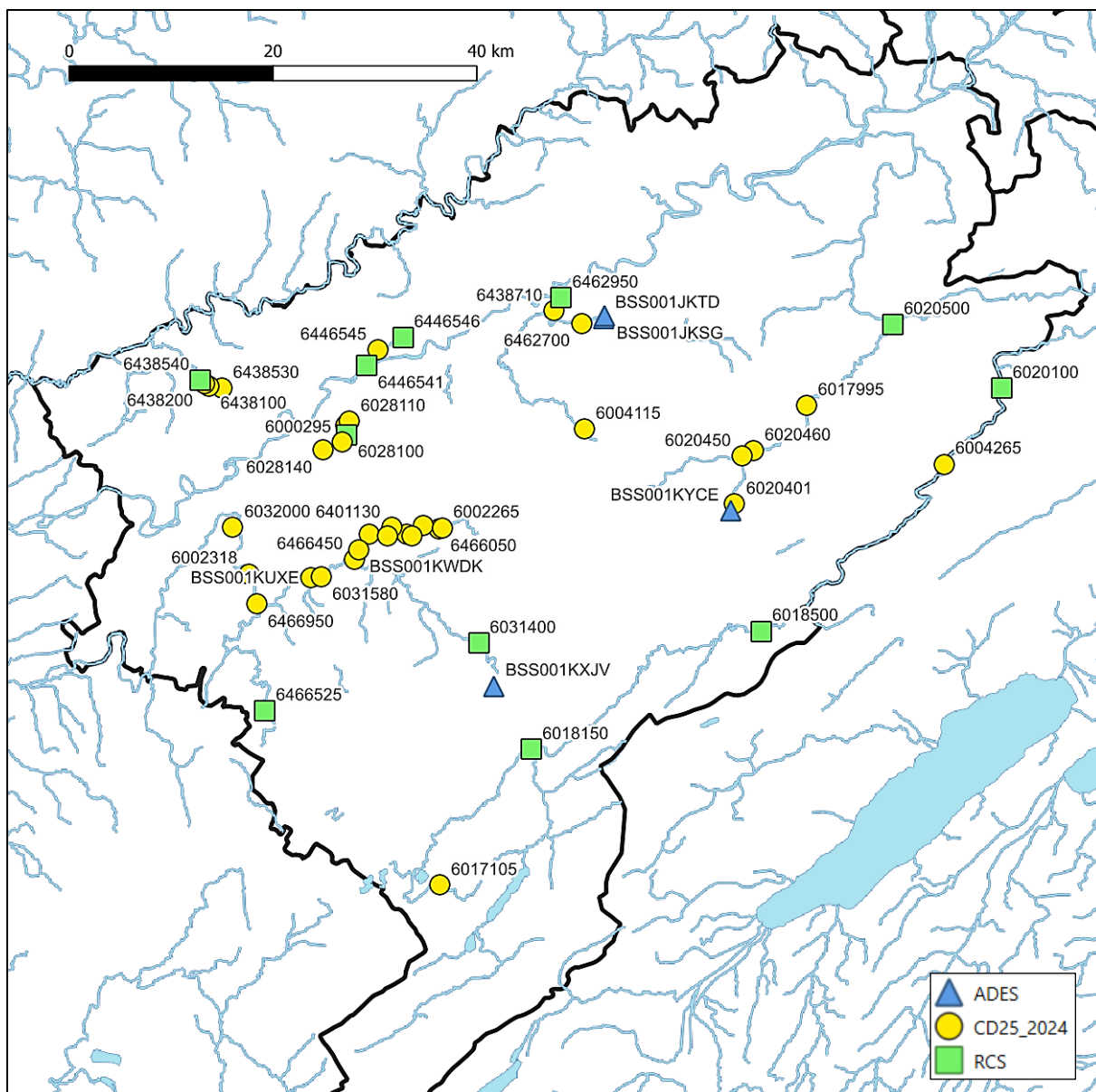
- **Réseau patrimonial** : composé de 13 stations pérennes depuis 2022 (dont 5 suivies depuis 2007 et 5 autres depuis 2017) réparties dans les BV de la Loue, du Cusancin, du Dessoubre, du Dugeon et du Doubs. Il a pour vocation de suivre dans la durée les évolutions et tendances qualitatives en compléments des réseaux de suivis nationaux (et de la Fédération de Pêche du Doubs).
- **Approches bassin-versant (BV)** : composé d'un total de 16 stations, réparties en 3 BV : BV de Longeaux, BV de la Brème et BV des Marais de Saône. Ces maillages resserrés sont destinés à mieux cerner les pressions et états qualitatifs actuels, dans un objectif de connaissance et parfois dans le cadre de projet de restaurations morphologiques à venir ou potentiels.
- **Approche assainissement** : approche de type amont vs aval de rejets domestiques, présentement localisée sur la Lanterne.

Le calcul de l'état écologique de l'année n, conformément à la réglementation en vigueur, correspond à la prise en compte des résultats des trois années consécutives précédentes : n-1 ; n-2 et n-3. Ces états écologiques sont calculés à titre indicatifs avec l'appui des services techniques du Département, parfois avec des jeux de données partiels par rapport aux exigences DCE : par exemple, les IPR non validés à dire d'expert ne sont pas intégrés dans les calculs des états des stations patrimoniales, mais sont en revanche intégrés aux calculs DCE effectués par l'Agence sur le réseau national. Le lecteur est ainsi invité par défaut à se référer aux applications de l'Agence de l'Eau pour disposer des états écologiques DCE officiels (non encore tous disponibles lors de la rédaction du présent document).

Plus généralement, les données sont aussi présentées sous forme de variabilités observées lors de ces 3 dernières années (présentement 2022-2024). La complétude des données fut également entreprise en y intégrant les observations piscicoles transmises par la fédération départementale de pêche et de protection des milieux aquatiques du Doubs.

2 Hydro-Eco-Régions sont présentes dans le département du Doubs, ces découpages correspondent globalement à des gradients d'altitude :

- HER 10 : Côtes Calcaires Est, plus précisément « Collines de Haute-Saône », sur la rive droite du Doubs à l'aval de Montbéliard ;
- HER 5 : Jura Pré-Alpes du Nord, répartis entre :
 - o « Jura premier plateau » ;
 - o « Jura Nord ».



Carte 1. Localisation des stations de suivi qualitatif en 2024 intégrées à l'étude.

Analyses programmées et modalités

La fréquence et les types d'analyses programmés furent différenciés selon les 3 types d'approches (patrimonial, approche BV, assainissement). Ces modalités sont synthétisées dans le présent rapport en tête des chapitres respectifs.

Méthodologies

Les investigations macro-invertébrés ont été réalisées par CD Eau dans le respect des normes AFNOR NF T90-333 et NF T90-388.

L'échantillonnage des diatomées fut réalisé par CD Eau, la phase de traitement des prélèvements en laboratoire et d'identification fut confiée en sous-traitance à Hyd&Eaux. Ces opérations furent réalisées dans le respect de la norme NFT 90-354 et à l'aide du logiciel OMNIDIA disposant des dernières mises à jour de la base de données.

L'échantillonnage de l'eau ainsi que les mesures physico-chimiques *in situ* ont été réalisés par défaut « les pieds dans l'eau », conformément aux recommandations en la matière. Les jaugeages des débits ont été effectués sur la règle d'extrapolation des champs de vitesses et suivant la charte des bonnes pratiques en matière d'hydrologie.

Les échantillons d'eau réfrigérés ont été confiés dans les 24h au laboratoire d'analyses (CARSO LSEHL), ce dernier étant sous accréditation par le COFRAC.

Le terme « micropolluant » doit être compris comme l'agrégation entre d'une part les « pesticides » (Produits Phyto-Pharmaceutiques (PPP) + biocides) et d'autre part un groupe *lato sensu* regroupant PCB, HAP, substances médicamenteuses et vétérinaires, phtalates... Les listes analytiques « analyses sur eau brute – PESTICIDES » concernent 554 pesticides complétés par 23 autres substances micropolluantes. Sur support sédiment, le cas échéant ce sont 134 pesticides qui sont recherchés et 101 autres micropolluants.

D'une façon générale, les résultats physico-chimiques et hydrobiologiques sont mis en perspectives par rapport aux référentiels DCE (AR 25/01/2010 modifié), et au SEQ-Eau (version 2) pour les paramètres non déjà exploités. En outre, il est aussi fait appel à plusieurs autres types d'outils complémentaires (liste non exhaustive) :

- Pour les données macrobenthiques : outil diagnostic associé à l'I2M2, approche SPEAR.
- Pour les données diatomiques : outre par l'IBD et l'IPS, caractérisation des peuplements.
- Les conclusions relatives aux données piscicoles transmises par la Fédération de Pêche du Doubs qui ont été intégrées au rapport.

Lorsque pertinent (par exemple dans le cas de facteurs limitants) et si possible (disponibilité de l'historique de la donnée), un focus sur la dynamique temporelle de certains paramètres est proposé. En outre, l'approche est complétée par une contextualisation spatiale via les éventuelles stations qualitatives disponibles dans le BV.

Concernant les substances micropolluantes, des approches statistiques sont favorisées, surtout dans le cadre de comparaison entre des stations disposant d'efforts analytiques parfois très disparates (e.g. selon les types de réseaux de suivi).

Pour les métaux lourds, afin de faciliter les comparaisons entre ETM aux gammes de concentrations très différentes, des approches relatives sont favorisées au-delà des seules grilles de lecture référentielles.

PARTIE 1 – Réseau patrimonial

Le réseau patrimonial du Département du Doubs est composé en 2024 de 13 stations (tableau suivant). Outre la caractérisation de l'état actuel, l'objectif de cette approche s'inscrit particulièrement dans une logique de mise en perspective de la dynamique temporelle des observations.

BV	Libellé SANDRE	Cours d'eau	Communes	Code AE	Début du suivi
CUSANCIN	CUSANCIN A GUILLON-LES-BAINS 2	Cusancin	Guillon-les-bains	06462700	2016
	CUSANCIN A PONT LES MOULINS 4	Cusancin	Pont-les-Moulins	06438710	2016
	AUDEUX A BREMONDANS	Audeux	Bremondans	06004115	2022
DOUBS Franco-suisse	DOUBS A CHARQUEMONT	Doubs	Charquemont	06004265	2022
DESSOUBRE	DESSOUBRE A BRETONVILLERS	Dessoubre	Bretonvillers	06020460	2011
	DESSOUBRE A CONSOLATION-MAISONNETTES 2	Dessoubre	Consolation-Maisonnettes	06020401	2016
	DESSOUBRE A VAUCLUSE 2	Dessoubre	Vaucluse	06017995	2016
	REVEROTTE A BRETONVILLERS	Reverotte	Bretonvillers	06020450	2022
DRUGEON	DRUGEON A BONNEVAUX 3	Drugeon	Bonnevaux	06017105	2011
LOUE	LOUE A SCEY-MAISIERES 2	Loue	Cléron	06031580	2016
	LOUE A CHENECEY-BUILLON 1	Loue	Chenecey Buillon	06032000	2011
	BREME A BONNEVAUX-LE-PRIEURE 2	La Brème	Bonnevaux le Prieuré	06466250	2011
	LISON A CHATILLON-SUR-LISON 2	Le Lison	Chatillon-sur-Lison	06466950	2011

Tableau 1. Stations composant le réseau patrimonial du Département en 2024

A ce titre, ce réseau départemental est complémentaire au réseau de suivi national (RCS/RCO), en renforçant le maillage et en maintenant une disponibilité de chroniques anciennes. Cela fut le cas sur chacun des 5 bassins étudiés avec l'intégration des données issues des stations RCS/RCO localisées sur :

- le Cusancin à Baume-les-Dames,
- la Loue à Mouthier-Haute-Pierre,
- le Lison à Nans sous Sainte Anne,
- le Dessoubre à Saint Hippolyte,
- le Drugeon à Vuillecin,
- le Doubs franco-suisse à Morteau,
- le Doubs franco-suisse à Goumois.

A cela s'ajoute les données physico-chimiques issues du réseau de mesures eaux souterraines de l'Agence de l'Eau pour les sources du Cusancin, du Dessoubre et de la Loue.

Par ailleurs, une attention particulière est portée à la complémentarité des données recueillies via le réseau de suivi piscicole piloté par la FDPPMA du Doubs : convention de partenariat entre les deux opérateurs portant sur 11 stations patrimoniales, la Loue à Chenecey-Buillon et le Doubs à Charquemont ne faisant pas l'objet d'inventaire piscicole récurrent du fait de la forte complexité d'échantillonnage quantitatif en grand milieu.

La présentation des résultats de cette approche s'articule par défaut selon la logique suivante :

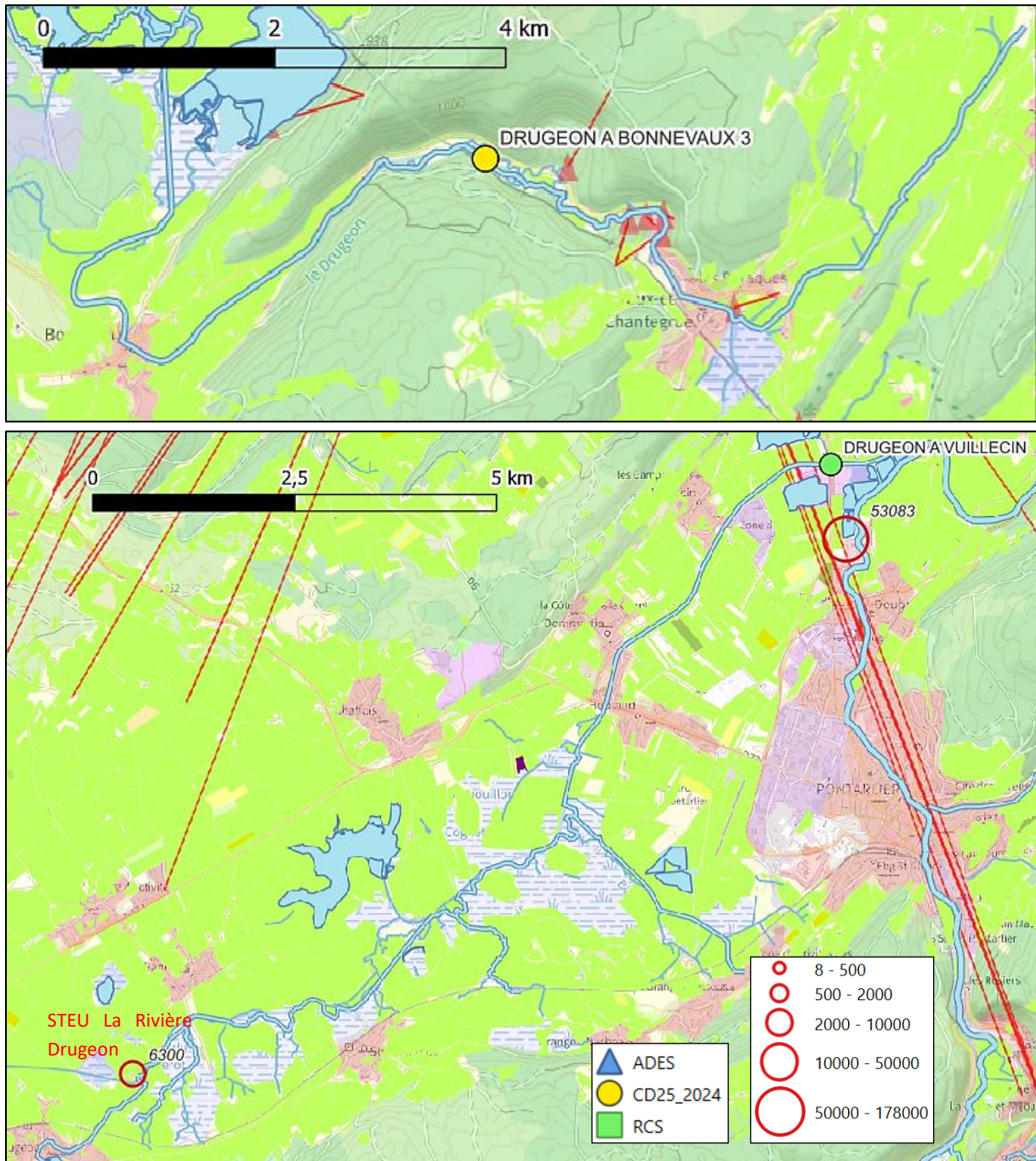
1. Présentation du contexte et localisation des stations
2. Contexte hydrologique
3. État écologique DCE (première vue synthétique de l'état global de la station)
4. Observations physico-chimiques (essentiellement dynamiques des pressions organiques et trophiques)
5. Analyses hydrobiologiques (mise en perspective de leurs caractères intégrateurs)
6. Conclusion synthétique

Cours d'eau	Libellé SANDRE	Code Agence de l'Eau	ME	PHYSICO-CHIMIE DE BASE (COD, DBO5, NH4, NO2, NO3, DCO, NTK, MEST, PO4, Ptot)	MINÉRALISATION / Dureté (HCO3, TA, TAC, TH, Cl, SO4, Ca, Mg, Na et K)	EUTROPHISATION	IBGN	DIATOMÉES	PESTICIDES	BRYOPHYTES	SEDIMENTS - Métaux	SEDIMENTS – Pesticides et micropolluants
Cusancin	CUSANCIN A GUILLON-LES-BAINS 2	06462700	FRDR626	4	1	1	1	1				
Cusancin	CUSANCIN A PONT LES MOULINS 4	06438710	FRDR626	4	1	1	1	1				
Audeux	AUDEUX A BREMONDANS	06004115	FRDR11271	4	1	1	1	1	4			1
Doubs	DOUBS A CHARQUEMONT	06004265	FRDR635	4	1	1	1	1	4	1	1	1
Dessoubre	DESSOUBRE A BRETONVILLERS	06020460	FRDR634	4	1	1	1	1				
Dessoubre	DESSOUBRE A CONSOLATION-MAISONNETTES 2	06020401	FRDR634	4	1	1	1	1				
Dessoubre	DESSOUBRE A VAUCLUSE 2	06017995	FRDR634	4	1	1	1	1				
Reverotte	REVEROTTE A BRETONVILLERS	06020450	FRDR10873	4	1	1	1	1	4			1
Drugeon	DRUGEON A BONNEVAUX 3	06017105	FRDR2024	4	1	1	1	1				
Loüe	LOUE A SCEY-MAISIERES 2	06031580	FRDR619	4	1	1	1	1				
Loüe	LOUE A CHENECEY-BUILLON 1	06032000	FRDR619	4	1	1	1	1				
La Brème	BREME A BONNEVAUX-LE-PRIEURE 2	06466250	FRDR11837	6	1	1	1	1	6			1
Le Lison	LISON A CHATILLON-SUR-LISON 2	06466950	FRDR11865	4	1	1	1	1				

Tableau 2. Analyses programmées et réalisées en 2024 au sein des 13 stations patrimoniales suivies par le Département du Doubs.

I. Le Drugeon

A. Localisation



Libellé de la station	Code
DRUGEON A BONNEVAUX 3 [Réseau patrimonial]	06017105
DRUGEON A VUILLECIN [RCS]	06018150

Carte 2. Localisation de la station patrimoniale en tête de bassin (en haut) et de la station RCS en fermeture de bassin (en bas). Occupation du sol (CLC2018 et RPG2023), circulations karstiques, et stations d'épuration (nb EH).

La partie amont du BV du Dugeon est en grande partie composée de couverts forestiers. La station du réseau départementale (06017105) est localisée en tête de bassin, en aval de la commune de Vaux-et-Chantegrue où le

Dugeon prend sa source (tourbière + Bief Belin). Il s'agit d'un secteur anciennement restauré (1993) et disposant du label « Rivière en bon état » (2018).

La partie aval du BV (à partir du plan d'eau de l'Entonnoir) s'avère davantage sous pressions domestiques et agricoles, bien que le cours d'eau demeure toutefois encore fortement accompagné de zones humides adjacentes. Une station du réseau RCS est localisée en fermeture de bassin à Vuillecin (06011850).

B. Contexte hydrologique

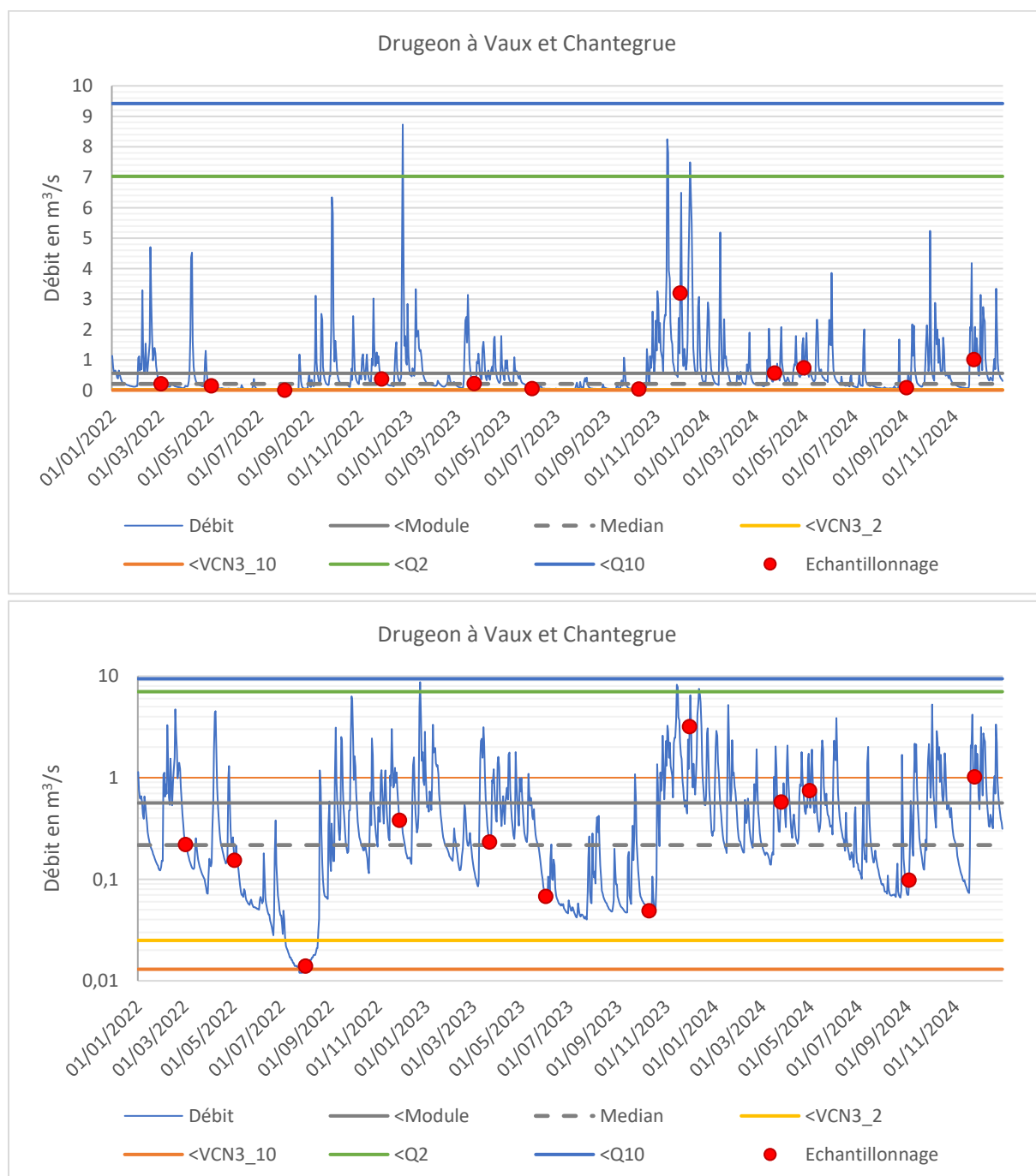


Figure 1. Chronologie des débits (échelles logarithmique et linéaires) entre le 1er janvier 2022 et le 31 décembre 2024 de la station limnimétrique U2035050. Les ronds indiquent les dates d'échantillonnages.

Au cours des 3 dernières années (2022-2024), 3 crues de retour biennale (24/12/2022 ; 15/11/2023 et 12/12/2023). L'étiage du Dugeon (*a minima* au niveau de la station limnimétrique) de 2022 fut particulièrement sévère (retour décennal), contrairement à celui de 2023 qui fut modéré, et à la quasi-absence d'étiage observé en 2024 .

Cette relative résilience aux sécheresses du Dugeon apical (hors cas extrême de 2022) s'explique vraisemblablement par la proximité de ses sources (résurgence karstique et tourbière) ainsi que par la forte connectivité avec des zones humides adjacentes.



Figure 2. Typologies d'écoulements (5 modalités) au niveau de la station U2035051 (Le Dugeon à Bonnevaux) du réseau ONDE. Bleu : Ecoulement visible acceptable. Jaune : Ecoulement visible faible. Orange : Ecoulement non visible. Rouge : Assec.

Quelques kilomètres plus en aval, la station du réseau ONDE à Bonnevaux indique que la vulnérabilité du Dugeon aux faibles eaux s'avère nettement plus affirmée, comme cela fut notablement le cas en 2023 à Bonnevaux (assec en août), contrastant fortement avec un étiage peu marqué observé la même année au niveau de la station limnimétrique de Vaux-et-Chantegrue. Conjointement, il est aussi inattendu de n'observer aucune faiblesse des débits au niveau de cette station ONDE lors de la sécheresse historique de 2022.

Si les campagnes d'échantillonnages ponctuelles réalisées durant l'année 2024 correspondirent en majorité à des fortes eaux, en revanche la prise en compte des 3 dernières années (12 campagnes de prélèvements en 2022-2024) permet de couvrir la plupart de ces conditions hydrologiques plus ou moins contrastées lors de cette période (y compris un très fort étiage).

C. État écologique DCE

	DRUGEON A BONNEVAUX	DRUGEON A VUILLECIN
Code station	6017105	6018150
ETAT ECOLOGIQUE	Moyen	Moyen
Etat Biologique	Moyen	Moyen
Diatomées	Très bon	Bon
Macroinvertébrés	Bon	Moyen
Poissons	Moyen	Moyen
Macrophytes	Non qualifié	Bon
Eléments physico-chimiques généraux	Bon	Moyen
Bilan de l'oxygène	Bon	Moyen
Oxygène dissous	Très bon	Moyen
Taux de saturation en O2 dissous	Bon	Moyen
Carbone Organique dissous	Très bon	Moyen
DBO5	Très bon	Très bon
Nutriments	Bon	Bon
Ammoniaque-Ammonium	Très bon	Très bon
Nitrites	Très bon	Très bon
Nitrates	Très bon	Très bon
Orthophosphates	Bon	Très bon
Phosphore total	Bon	Bon
Acidification	Très bon	Très bon
Température	Très bon	Très bon
Polluants spécifiques	En attente d'évaluation	Bon
Polluants synthétiques	Non qualifié	Bon
Polluants non synthétiques	Non qualifié	Bon

Tableau 3. Etats écologiques 2025 (2022-2024) du Drugeon selon le référentiel DCE (AR 25/01/2010 modifié).

D'après les calculs des états écologiques selon les modalités DCE, la station 06017105 atteint un « état biologique moyen » (déclassement par les poissons) et un « bon état physico-chimique » (déclassement par les nutriments phosphorés).

En fermeture de bassin, le déclassement de l'état écologique du Drugeon s'avère nettement plus affirmé : aucun compartiment biologique ne conserve de « très bon état », et déclassement en un « état physico-chimique moyen » de la plupart des paramètres liés au bilan de l'oxygène.

Les chapitres suivants visent notamment à approfondir les diagnostics à partir des données dont ces classements sont issus.

D. Température et pression organique

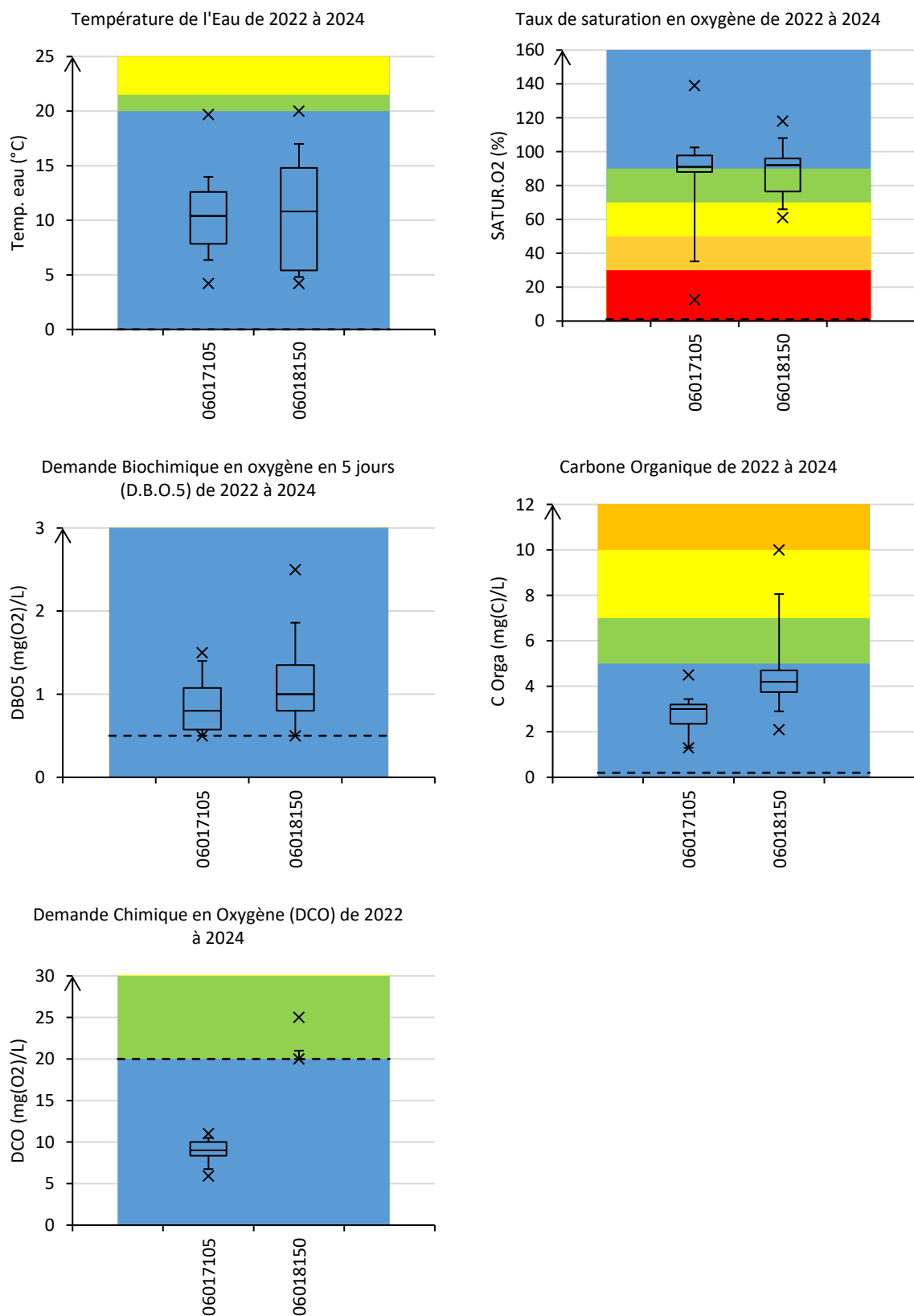


Figure 3. Variabilité sur 3 ans (min, percentiles 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, max) des mesures des paramètres du bilan de l'oxygène et de la température de l'eau du Drugeon.

La relative proximité géographique de la station 06017105 avec la résurgence karstique se traduit par une température de l'eau plus ou moins tamponnée. La proximité et la connectivité avec les zones humides paratourbeuses adjacentes lui confèrent déjà une teneur en carbone organique dissous non négligeable, qui s'accroît encore le long de son linéaire. A cette dynamique « naturelle » en carbone organique s'ajoute de façon secondaire un léger accroissement de la pollution organique biodégradable vers la station aval (davantage associée à une pression anthropique).

E. Trophie

1. Matières phosphorées

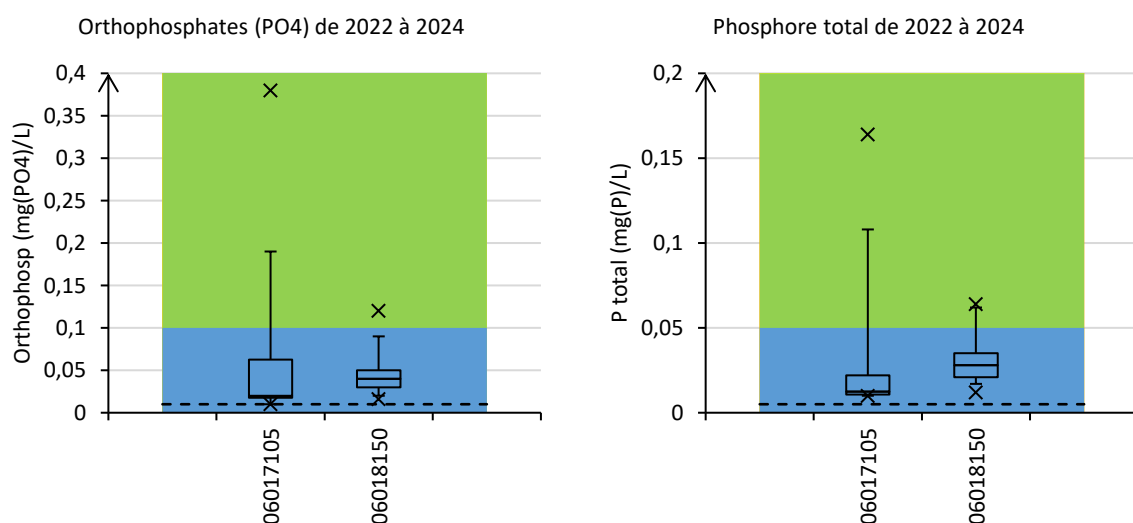


Figure 4. Variabilité sur 3 ans (min, percentiles 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, max) des teneurs en matières phosphorées du Drugeon (référentiel DCE).

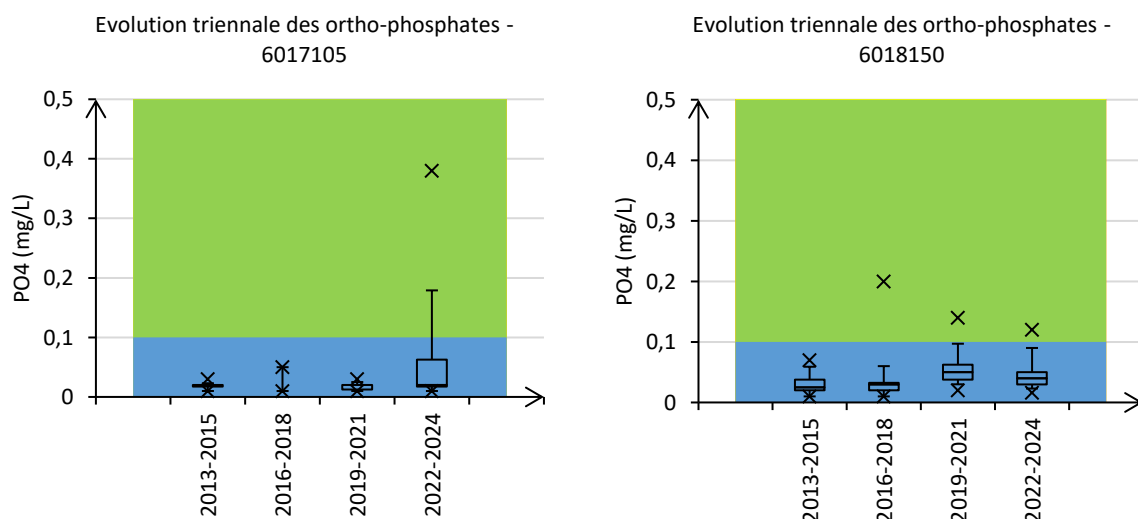


Figure 5. Evolution triennale de la variabilité des concentrations en orthophosphates.

Il n'est pas constaté de contamination majeure de la station patrimoniale 06017105 par les matières phosphorées ces 3 dernières années, hormis un pic (modéré) mesuré le 02/05/2022 (lien ponctuel avec l'assainissement de Vaux-et-Chantegrue ?).

La pression phosphorée au niveau de la station RCS en fermeture de bassin s'avère elle aussi modérée, bien que légèrement plus affirmée et chronique qu'en tête de bassin pour le phosphore total. Il peut s'agir là d'un bruit de fond lié à une pression agricole davantage prégnante en fermeture de bassin, une co-origine domestique ne pouvant être exclue.

Ces observations sont particulièrement pérennes et stables dans le temps, i.e. sans évolution notable au cours de la dernière décennie (en excluant l'évènement ponctuel de 2022 dans la station 06017105).

2. Matières azotées

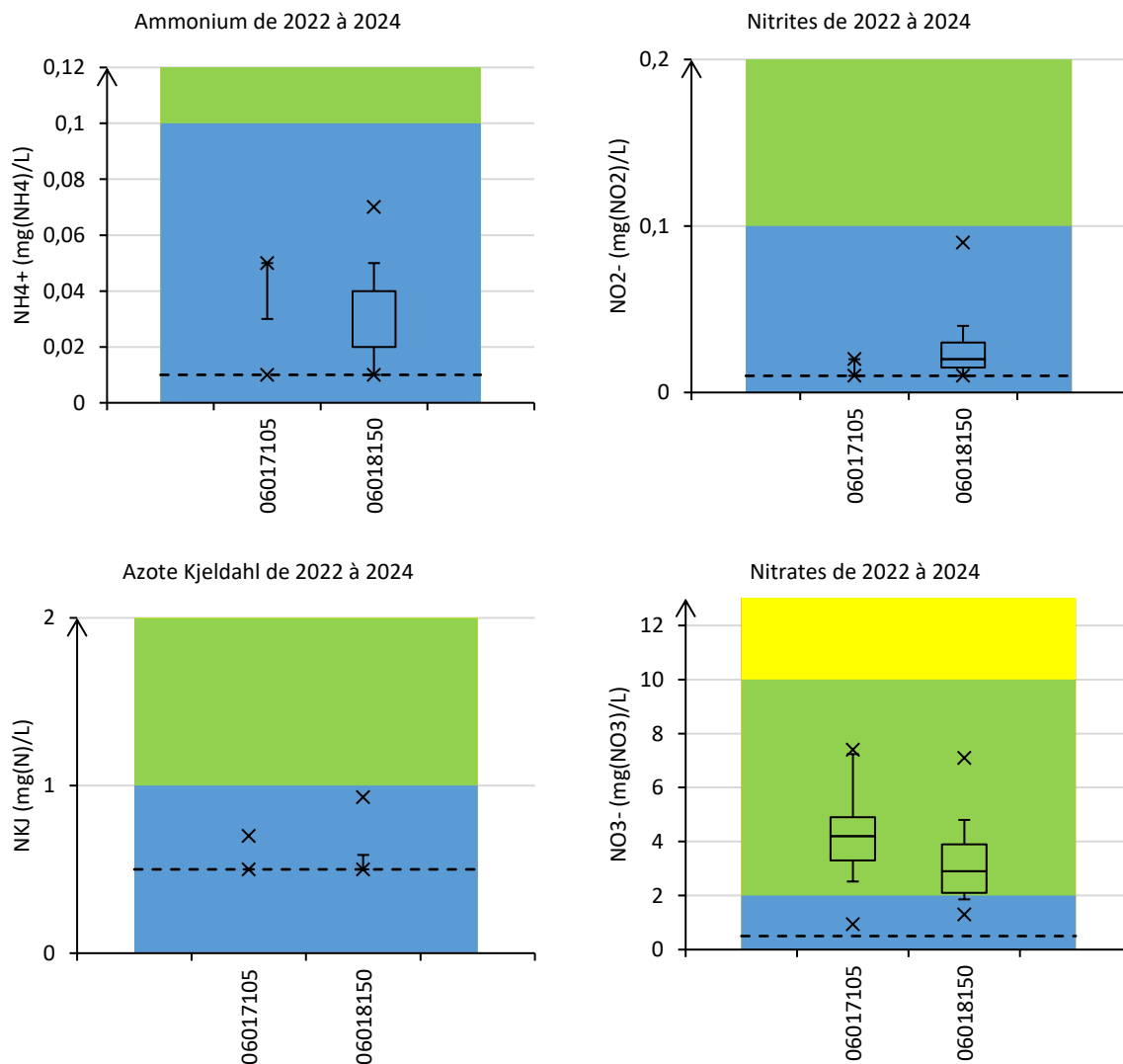


Figure 6. Variabilité sur 3 ans (min, percentiles 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, max) des teneurs en matières azotées du Drugeon (référentiel DCE et SEQ-Eau pour les nitrates et azote Kjeldahl).

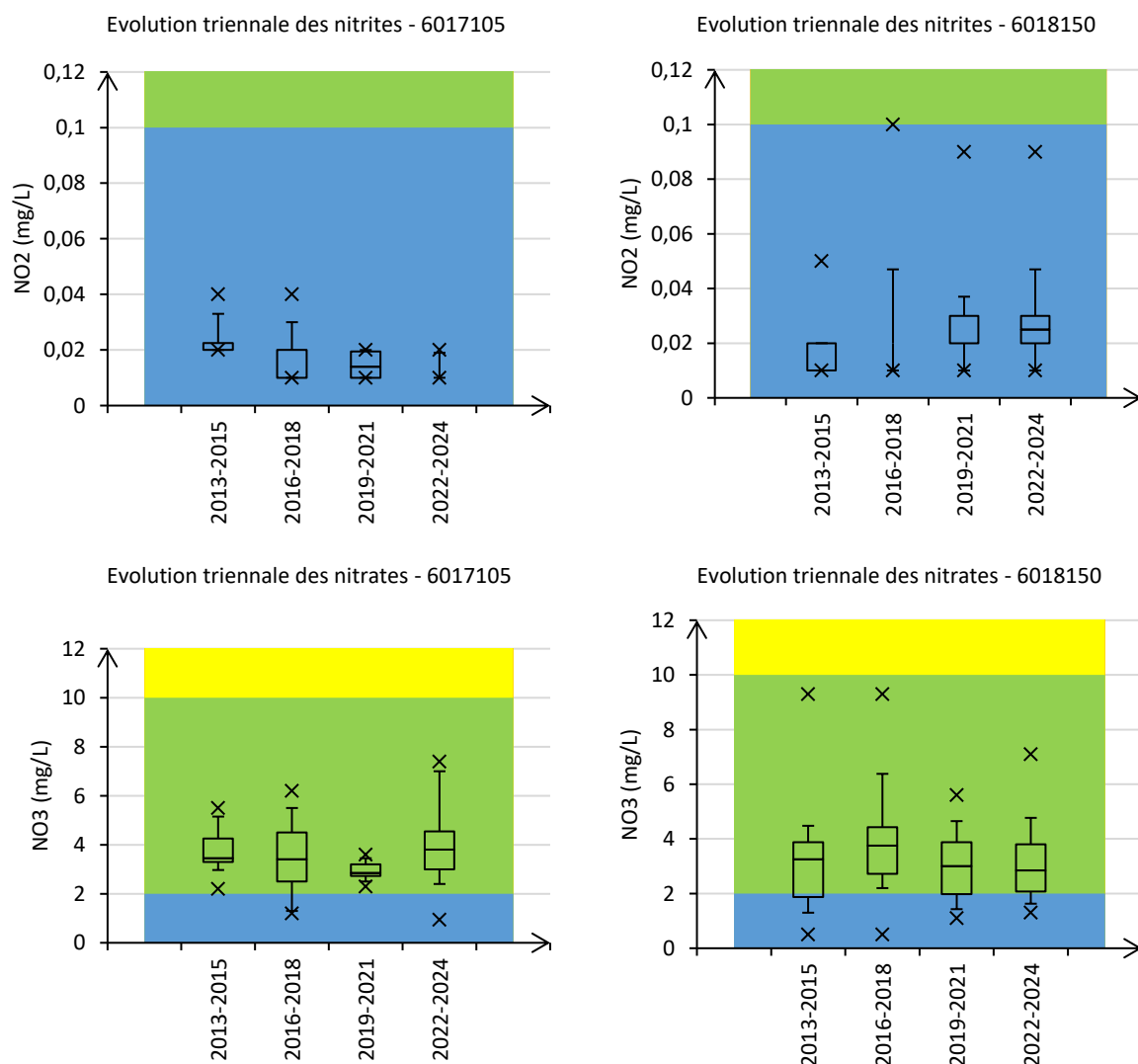


Figure 7. Evolution triennale de la variabilité des concentrations en nitrites et en nitrates.

Il n'est pas constaté de contamination de la station patrimoniale par l'ammonium ou les nitrites au cours des 3 dernières années (avec une tendance positive par rapport à la période 2013-2015). En revanche, en fermeture de bassin, une contamination azotée (hors nitrates) s'avère présente, selon une intensité très modérée mais de façon chronique et pérenne dans le temps (en très légère croissance au cours de la dernière décennie). Une légère pression domestique est vraisemblablement à l'origine de cette observation.

Il n'est pas constaté de pollution majeure par les nitrates, avec des teneurs en fermeture de bassin proches de valeurs référentielles (médiane aux environs de 3 mg/L, dépassant rarement les 5 mg/L), ceci malgré une agriculture intensive davantage présente qu'en tête de bassin. Comparativement, la tête de bassin s'avère légèrement plus polluée sur la dernière période triennale. Cette observation souligne d'une part la particularité de ces teneurs apicales en nitrates au regard du contexte *a priori* favorable du bassin-versant, et d'autre part était l'hypothèse du rôle épuratoire significatif des vastes zones humides étroitement associées au linéaire du Dugeon (ainsi que du Dugeon lui-même). Toutefois, l'auto-épuration s'effectue aussi le long du linéaire du cours d'eau au prix d'un développement végétal important dans le lit du Dugeon.

F. Pesticides et autres micropolluants, métaux lourds

Les pesticides et métaux lourds n'ont pas été investigués dans la station patrimoniale depuis 2021, et 1 année sur 3 dans la station RCS (en l'occurrence 2021 puis 2024). Il s'agit donc ici d'une réactualisation des données avec rappel des observations de 2021 et l'ajout des valeurs 2024 pour la station RCS.

1. Pesticides

Support eau

	6018150
Nombre de substances quantifiées	4
Nombre de substances recherchées	6868

Tableau 4. Efforts analytiques dans les stations investiguées (ou non).

	Libellé Paramètre	Nb quantifications en 2021	Concentration moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantifications en 2024	Concentration moyenne en 2024 (µg/L)
6017105	Propiconazole	1	0,083		
	Total Pesticides	1	0,083		
6018150	Cyperméthrine	4	0,007		
	Propiconazole	2	0,006		
	Diflufenicanil	1	0,001		
	AMPA	1	0,061	2	0,0820
	Dichlorvos			1	0,0004
	Prosulfocarbe			1	0,0050
	Total Pesticides	8	0,033	4	0,0423

Tableau 5. Comparaison des substances quantifiées en 2021 et 2024 dans les 2 stations investiguées. En 2024, 591 molécules analysées en janvier, avril, juillet et octobre et 563 molécules analysées lors des 8 autres mois de l'année.

Les efforts analytiques en pesticides dissous des 2 stations investiguées en 2021 sont disparates (plus grand effort pour la station RCS), compliquant la comparaison de leurs niveaux respectifs de contamination. Par exemple, il paraît logique que l'on identifie davantage de substances différentes au niveau de la station où les efforts ont été davantage portés. Les concentrations moyennes et les fréquences de quantification sont aussi à considérer avec prudence dans des listes analytiques elles aussi disparates ; on peut néanmoins constater des gammes plutôt équivalentes, peut-être un petit plus élevées en fermeture de bassin.

Hormis l'herbicide diflufenicanil quantifié en fermeture de bassin, les profils des substances quantifiées sont majoritairement associés à des usages non exclusivement agricoles, donc induisant une typologie de pression plutôt orientée domestique et/ou industrielle. Par exemple, le fongicide propiconazole est à usage PPP non approuvé et soumis à substitution, mais il demeure autorisé en biocides pour 3 familles d'usages : TP7 (Produits de protection pour les pellicules), TP8 (Produits de protection du bois) et TP9 (Produits de protection des fibres, du cuir, du caoutchouc et des matériaux polymérisés). L'insecticide cyperméthrine peut être utilisé en agriculture (de moins en moins en raison de phénomènes de résistance), mais il est aussi largement employé en biocides, dont dans le cadre TP8 (Produits de protection du bois). Enfin, l'AMPA peut potentiellement être un résidu de l'herbicide glyphosate (mais la molécule mère n'a pas été quantifiée), mais il peut aussi être issu en grandes quantités de rejets domestiques (résidu de phosphonates notamment utilisés dans les lessives).

Par conséquent, ces résultats indiquent une pollution modérée plutôt non agricole, davantage affirmée en fermeture de bassin, conjointe à une pression agricole de plus en plus ostensible au sein de cette dernière.

Support sédiment

Les pesticides sur sédiments ont été mesurés uniquement en 2024 sur la stations RCS (pas de mesure en 2022 et 2023) : aucune contamination par les pesticides n'y a été détectée. La synthèse plus globale des mesures sur

sédiment depuis 2011 indique une (très) légère contamination apicale par l'AMPA, compatible avec le diagnostic d'une pollution modérée plutôt non agricole dès la tête de bassin.

Paramètre (Code sandre/Type)	6017105	6018150	Total général
AMPA (1907/Pesticide)	3		3
Total pesticides (sur 10 ans)	3	0	

Tableau 6. Nombre de quantifications positives en pesticides adsorbés lors des analyses depuis 2011 dans le Drugeon.

2. Autres micropolluants

Support eau

Hormis une quantification en formaldéhyde en 2014, il n'a pas été quantifié de substance micropolluante dissoute dans la station patrimoniale. Les efforts analytiques y afférant furent toutefois relativement faibles.

	6018150
Nombre de substances quantifiées	95
Nombre de substances recherchées	3844

Tableau 7. Efforts analytiques en 2024 dans la station RCS

En revanche, la contamination de la station RCS en fermeture de bassin par ces micropolluants dissous est particulièrement élevée : outre des HAP, de nombreuses quantifications de substances médicamenteuses (dont une pollution chronique par l'antidiabétique metformine) et autres micropolluants qui y furent effectuées.

Ceci prouve sans équivoque la forte prévalence d'une pollution domestique dans ce secteur aval du Drugeon, avec une intensité élevée et chronique, voire en augmentation, pour ces micropolluants hors PPP.

NB : les PFOS quantifiés en 2024 n'étaient pas recherchés en 2021.

Tableau 8 (page suivante). Nombre de quantifications positives et concentration moyenne annuelle en micropolluants dissous (hors pesticides) lors des analyses en 2021 et 2024 dans le Drugeon en fermeture de bassin (à Vuillecin). En 2024, 473 molécules analysées lors en janvier, avril, juillet et octobre et 244 molécules analysées lors des 8 autres mois de l'année.

	Paramètre	Nb quantifications en 2021	Concentration moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantifications en 2024	Concentration moyenne en 2024 (µg/L)
6018150	HAP				
	Benzo(a)anthracène	1	0,001	1	0,0034
	Benzo(a)pyrène			2	0,0026
	Benzo(b)fluoranthène	2	0,001	3	0,0016
	Benzo(g,h,i)pérylène	3	0,002	5	0,0014
	Benzo(k)fluoranthène	2	0,001	1	0,0027
	Chrysène			1	0,0051
	Fluoranthène			1	0,0099
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	3	0,001	3	0,0015
	Naphtalène	2	0,008	4	0,0092
	Phénanthrène			1	0,0053
	Pyrène			1	0,0084
	Total HAP	13	0,002	23	0,0041
	Médicaments				
	Acebutolol	2	0,014	2	0,0060
	Acide salicylique	1	0,200		
	Caféine	3	0,073	1	1,0000
	Carbamazepine	1	0,006	1	0,0120
	Clarithromycine	1	0,006		
	Cotinine	3	0,019	3	0,0113
	Desvenlafaxine	1	0,011	1	0,0150
	Gabapentine	3	0,014	2	0,0300
	Hydrochlorothiazide	3	0,007	1	0,0100
	Irbesartan	4	0,025	4	0,0193
	Metformine	12	0,071	12	0,0580
	Nicotine	3	0,477		
	O-Demethyltramadol	1	0,006	1	0,0070
	Oxazepam	1	0,015	1	0,0100
	Paracetamol	1	0,091	2	0,1730
	Sotalol	4	0,014	4	0,0135
	Sulfamethoxazole	1	0,010	1	0,0120
	Tramadol	1	0,012	2	0,0080
	Total Médicaments	46	0,069	38	0,0621
	Phtalates				
	n-Butyl Phtalate	3	0,100		
	Total Phtalates	3	0,100		
	Autres MPO				
	1,7-Dimethylxanthine			4	0,0505
	4-tert-butylphénol	2	0,037	3	0,0210
	Bisphenol S	1	1,250		
	Benzotriazole			1	0,0270
	Dichloroéthylène-1,2 cis	2	0,091	3	0,1040
	EDTA	3	12,000	4	11
	Isoquinoline			1	0,0200
	méthylphénol-3 , méthylphénol-4			2	0,0900
	Monobutylétain cation	3	0,004		
	Phosphate de tributyle	1	0,016		
	Tolyltriazole			5	0,0114
	Triphénylétain cation			1	0,0012
	Total Autres MPO	12	3,128	24	1,8693
	PBDE				
	Décabromodiphényl éther			1	0,01
	Total PBDE			1	0,01
	PFOS				
	Acide perfluoro-n-hexanoïque			2	0,0024
	Acide sulfonique de perfluorooctane			1	0,0022
	Acide perfluoro-n-butanoïque			3	0,0033
	TOTAL PFOS			6	0,0028
	COV				
	Formaldéhyde			1	2,0000
	N-Butylbenzenesulfonamide			2	0,2945
	TOTAL COV			3	0,8630

Support sédiment

Aucune quantification n'a été constatée sur les 113 paramètres recherchés dans les sédiments de la station patrimoniale en 2021.

Les sédiments du Dugeon en fermeture de bassin sont contaminés principalement par des HAP. Leurs origines peuvent être multiples, dont via des contaminations atmosphériques diffuses (e.g. chauffage au bois) reconnues pour être notoirement élevées dans le massif du Jura.

A noter toutefois qu'en 2024 une contamination sédimentaire par des micropolluants (hors PPP) fut nouvellement observé, potentiellement indicatrice d'une pression anthropique croissante, mais plus encore témoignant là aussi plus globalement de la forte prévalence de la pression domestique (au sens large du terme, i.e. non agricole) dans ce secteur aval du BV.

	Paramètre	Nb quantifications en 2021	Concentration moyenne 2021 (µg/kg MS)	Nb quantifications en 2024	Concentration moyenne en 2024 (µg/kg MS)
6018150	HAP				
	Acénaphthylène	1	194	1	31,70
	Anthanthrène	1	100	1	55,70
	Anthracène	1	140	1	45,00
	Anthraquinone	1	15	1	106,00
	Benzo(a)anthracène	1	151	1	141,00
	Benzo(a)pyrène	1	280	1	172,00
	Benzo(b)fluoranthène	1	294	1	13,60
	Benzo(c)fluorène			1	120,00
	Benzo(e)pyrène			1	87,00
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	191	1	67,60
	Benzo(k)fluoranthène	1	159	1	99,60
	Chrysène	1	127	1	15,70
	Dibenzo(a,c)anthracène			1	14,10
	Dibenzo(a,h)anthracène	1	36	1	225,00
	Fluoranthène	1	399	1	31,70
	Fluorène	1	17		
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	176	1	59,60
	Méthyl-2-Fluoranthène	1	35	1	22,10
	Pérylène			1	54,30
	Phénanthrène	1	115	1	88,40
	Pyrène	1	344	1	190,00
	Triphénylène			1	29,10
	Total HAP	17	163,12	20	81,88
	Autres MPO				
	Anthraquinone			1	23,10
	Galaxolide			1	5,10
	Méthylphénol-4			1	36,20
	Total Autres MPO			3	21,47
	COV				
	Toluène			1	25,80
	Total COV			1	25,80
	PCB				
	Dibenzofuran			1	5,10
	Total PCB			1	5,10
	Phtalates				
	Di(2-ethylhexyl)phtalate			1	288
	Total Phtalates			1	288

Tableau 9. Nombre de quantifications positives en micropolluants adsorbés lors des analyses depuis 2021 et 2024 dans le Dugeon en fermeture de bassin (à Vuillecin).

3. Métaux lourds

Support eau

ETM	NQE	LQ	6018150	
			2021	2024
Arsenic	0,83	0,05	0,553	0,63
Cadmium	0,15	0,01	<LQ	<LQ
Chrome	3,4	0,5	<LQ	<LQ
Cuivre	1	0,1	0,648	0,46
Mercure	0,07	0,01	<LQ	<LQ
Nickel	4	0,5	0,782	0,69
Plomb	1,2	0,05	0,060	0,17
Zinc	7,8	1	2,760	1,46

Tableau 10. Concentration moyenne annuelle en ETM dissous en 2021 et 2024 (µg/l). Couleurs selon (non-)dépassement de la LQ (bleu/vert) et de la NQE (vert/rouge).

Les ETM dissous ne furent pas investigués dans la station patrimoniale depuis 2021.

En fermeture de bassin, une légère contamination de l'eau (en 2021 comme en 2024, sans évolution significative) fut constatée par l'arsenic, le cuivre, voire le zinc, sans toutefois franchir les NQE respectives. Cette observation s'inscrit en cohérence avec les fortes présomptions d'une pression anthropique (en particulier domestique) dans ce secteur du Dugeon.

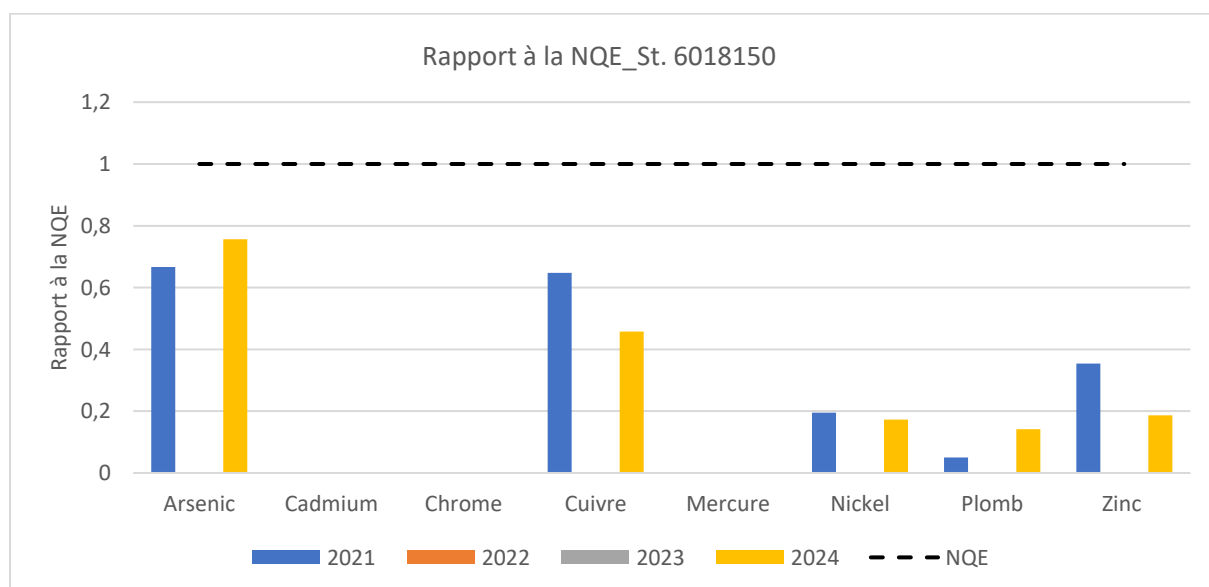


Figure 8. Rapport des teneurs moyennes 2021 et 2024 en ETM dissous avec les NQE respectives.

Support sédiment

En 2021, il ne fut pas constaté de pollution ostensible du sédiment du Dugeon par les métaux lourds. On notera notamment que la pollution historique du sédiment de la station patrimoniale par le mercure semble donc désormais complètement résorbée (Cf synthèse micropolluants associée au rapport du suivi départemental 2018).

En revanche, en 2024, on constate un **très fort accroissement de la pollution métallique du sédiment dans la fermeture de bassin** (pour rappel, non investigué en tête de bassin). Ceci concerne tous les ETM, avec des concentrations approchant le déclassement en une « qualité moyenne » pour Cd, Cr, Ni et Zn (Sn est aussi concerné par cette légère augmentation). La teneur en arsenic a pour sa part drastiquement crû (mauvaise qualité), donc sans que cela ne puisse être rapproché du fond géochimique pour ces mesures 2024.

ETM	6017105	6018150	
	2021	2021	2024
Arsenic	9,33	9,4	59,10
Cadmium	0,29	0,2	1,00
Chrome	17,6	21,8	40,50
Cuivre	3,14	4,7	17,60
Mercure	0,042	0,01	0,07
Nickel	10,6	6,9	23,30
Plomb	8,45	6,1	17,80
Zinc	29,6	39,5	123,00
Etain	0,49	0,8	2,2

Tableau 11. Concentrations en ETM adsorbés du Dugeon (mg/Kg MS). Couleurs = SEQ-Eau V2.

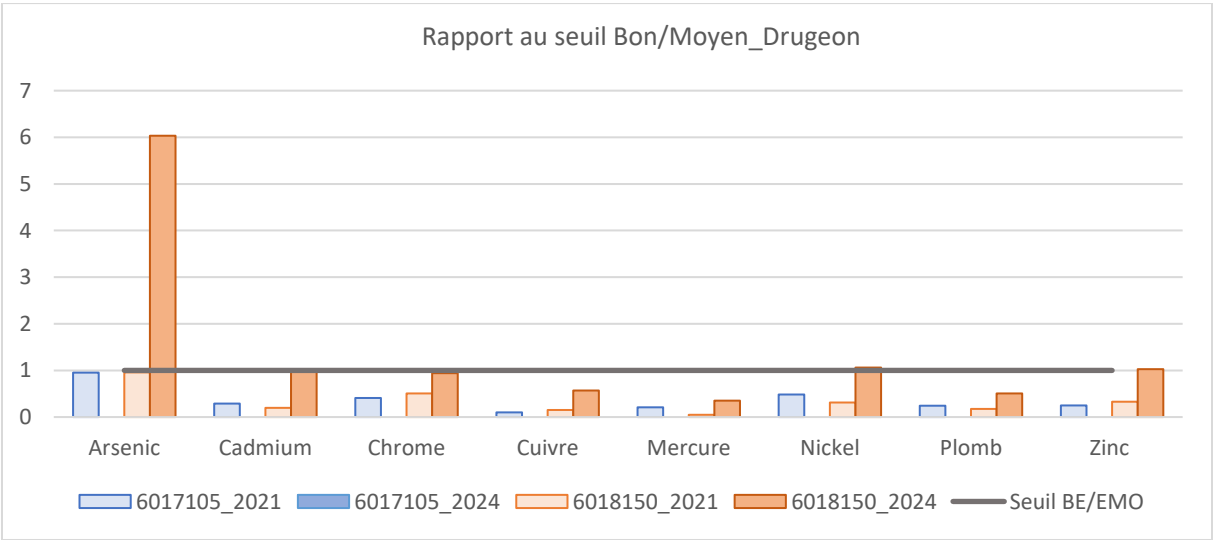


Figure 9. Rapport des teneurs 2021 en ETM adsorbés avec les seuils respectifs « bonne qualité » / « qualité moyenne » du SEQ-Eau.

Support bryophytes

ETM	CMR	6017105
		2021
Arsenic	1,5	3,09
Cadmium	0,4	0,14
Chrome	5	1,69
Cuivre	18	6,89
Mercure	0,06	<LQ
Nickel	9	2,31
Plomb	9	1,3
Zinc	75	38,6
Etain	-	<LQ

Tableau 12. Concentrations en ETM bio-accumulés dans les bryophytes du Dugeon (mg/Kg MS). Couleurs = SEQ-Eau V2.

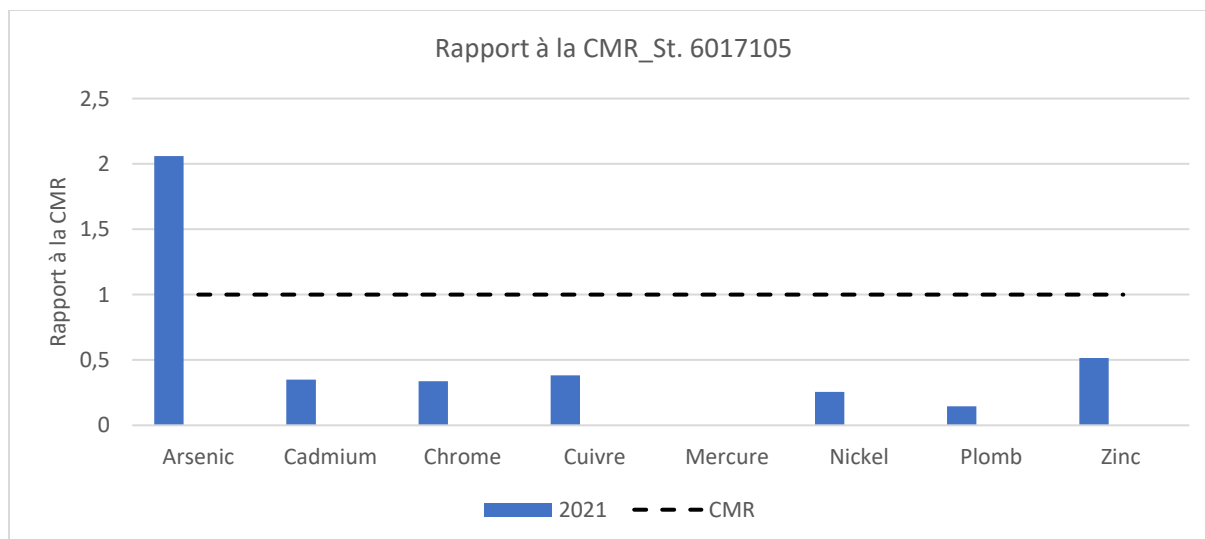


Figure 10. Rapport des teneurs 2021 en ETM bio-accumulés avec les Concentrations Métalliques Repères respectives.

Il ne fut pas constaté de bio-accumulation significative en métaux lourds dans les bryophytes de la station patrimoniale en 2021, à l'exception de l'arsenic. Toutefois, concernant cet ETM, la CMR est globalement plus sévère que pour les autres métaux lourds, et un fond biogéochimique est aussi possible. L'absence de pollution par un autre ETM plaide pour le caractère « naturel » de cette teneur en arsenic. En conséquence, le suivi récurrent des métaux a été stoppé sur cette station.

On ne dispose pas de données des teneurs bryophytiques en métaux dans la station RCS.

G. Hydrobiologie

1. Diatomées

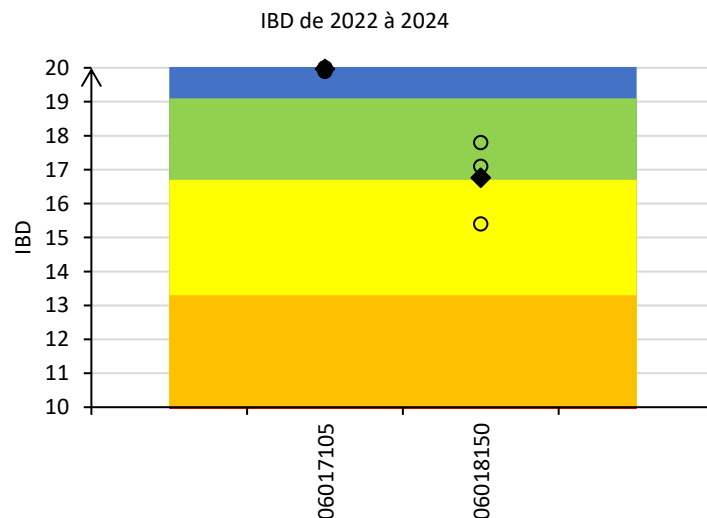


Figure 11. Valeurs de l'IBD (échelle de 10 à 20/20) ces 3 dernières années dans le Drugeon (couleurs : classes d'états DCE).

La communauté diatomique de la station patrimoniale présente un « très bon état » stable, sans bio-indication notable d'un éventuel impact de la physico-chimie de cette station. Ainsi, en 2023, les peuplements furent dominés par *Achnanthes pyrenaicum* (19% de l'inventaire en 2024 ; 14% en 2023 ; 29% en 2022), espèce particulièrement sensible, et par la davantage pionnière *Achnanthes minutissimum* (36% de l'inventaire en 2024 ; 47% en 2023 ; 25% en 2022). En 2024, près de 8% de la communauté s'avère adaptée à la présence de pollution organique. Il n'est pas constaté par ailleurs d'affinité particulière des peuplements pour de la matière organique ou des dystrophies azotées ou phosphorées.

En revanche, au niveau de la station RCS en fermeture de bassin, l'état diatomique s'avère nettement moins préservé, avec des valeurs de l'IBD proche du déclassement en état moyen selon le référentiel DCE, donc une altération très significative. Ceci s'inscrit en cohérence avec les dysfonctionnements physico-chimiques précédemment soulignés dans cette partie distale du Drugeon : au-delà de l'intensité (plutôt modérée) de ces pressions, il semble que ce soit surtout leur chronicité qui s'avère particulièrement pénalisante.

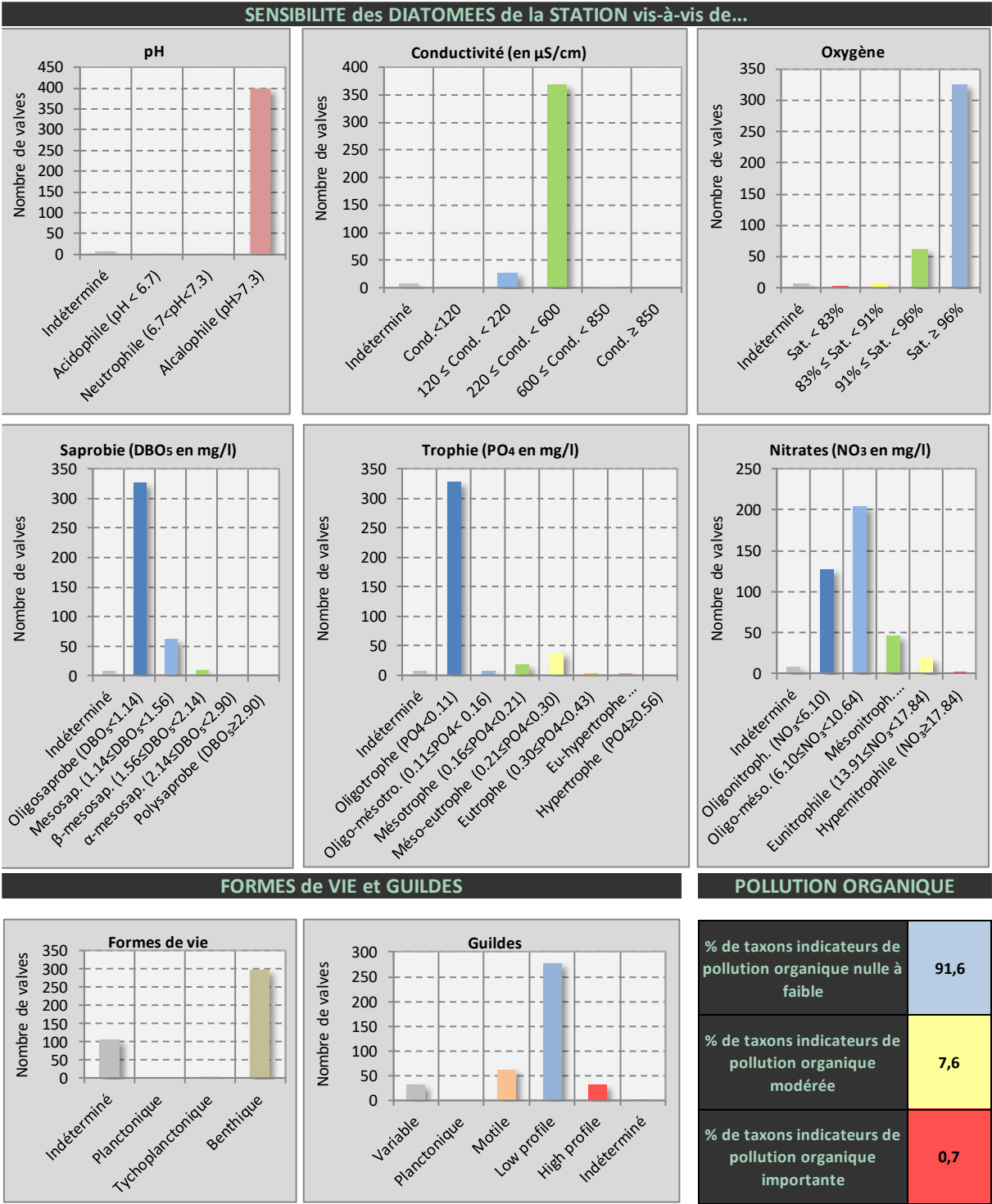


Figure 12. Caractérisation des peuplements diatomiques de la station patrimoniale en 2024.

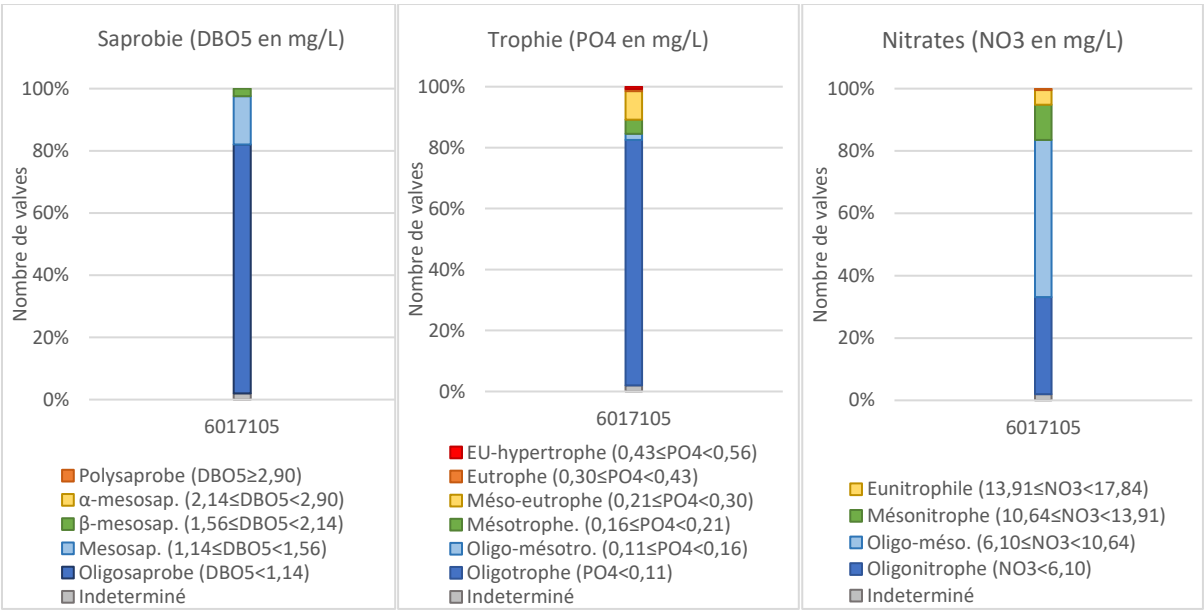


Figure 13. Profils de sensibilité des communautés diatomiques en 2024 aux paramètres DBO5 (à gauche), PO4 (au milieu) et NO3 (à droite) dans le BV du Dugeon (station patrimoniale suivie en 2024)

2. Macro-invertébrés

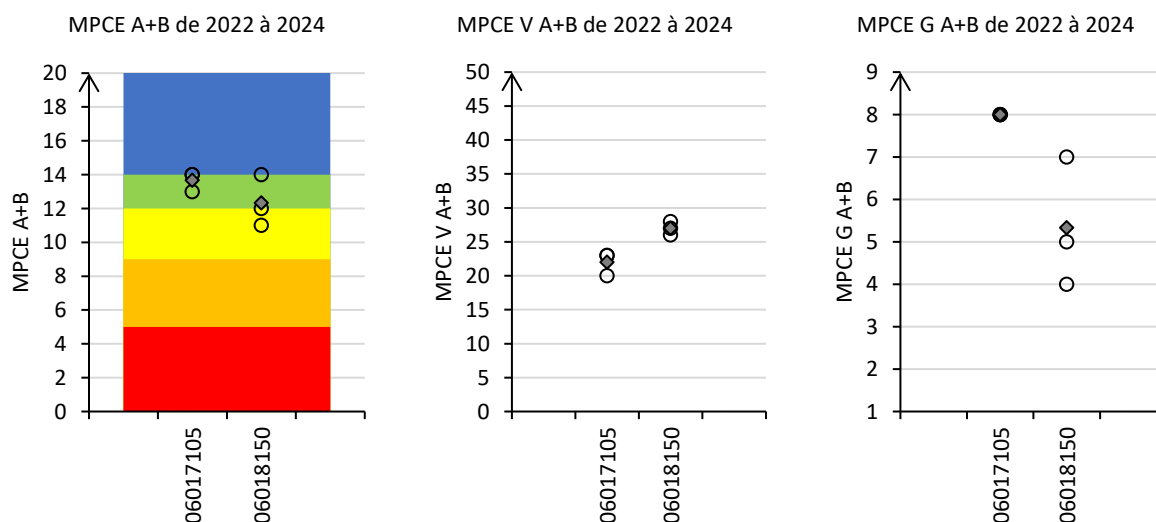


Figure 14. IBG-DCE et métriques associées (variété et rang du groupe indicateur) au cours de ces 3 dernières années.

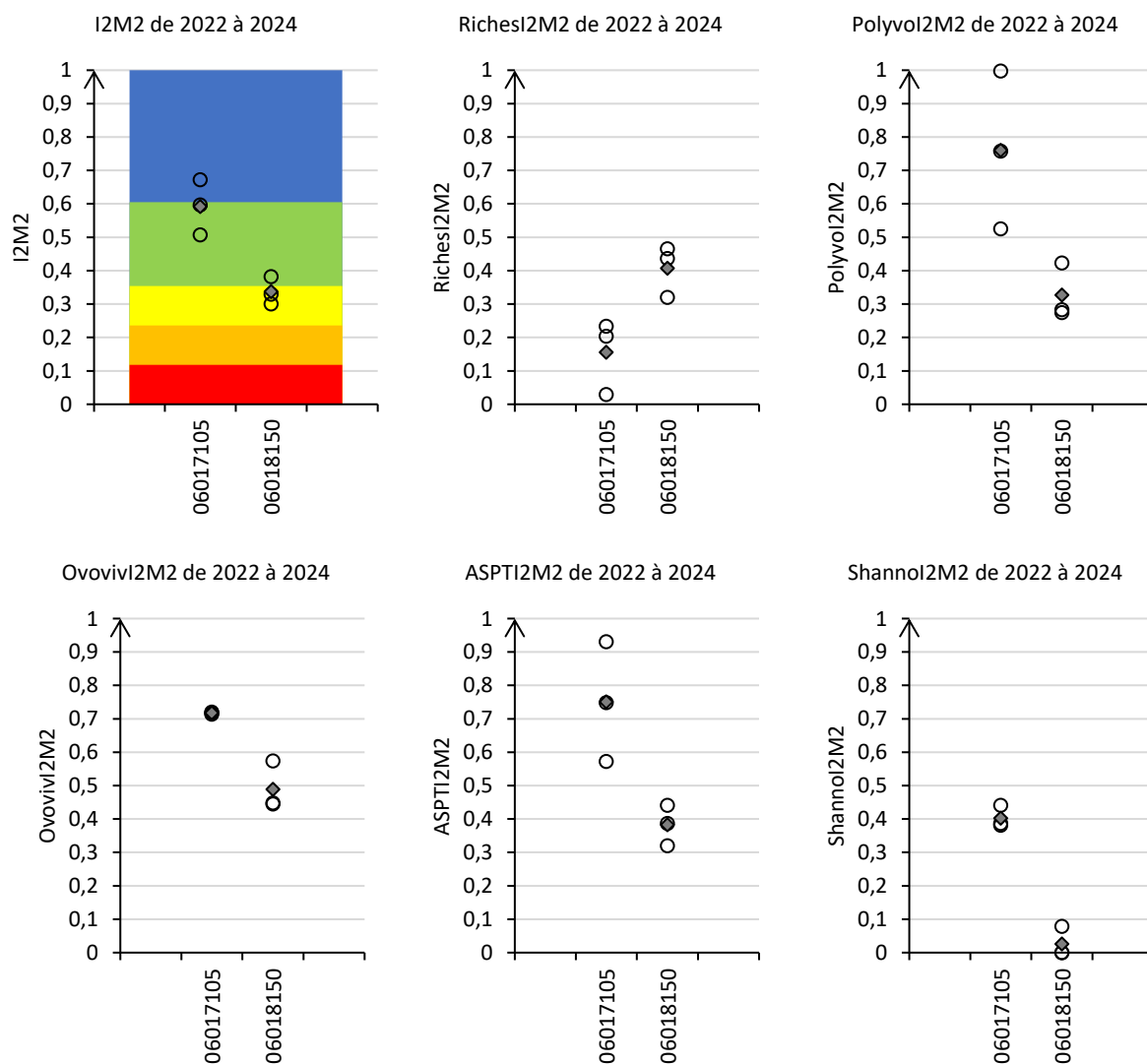


Figure 15. I2M2 et métriques élémentaires associées au cours de ces 3 dernières années. Losange gris = moyenne des 3 années.

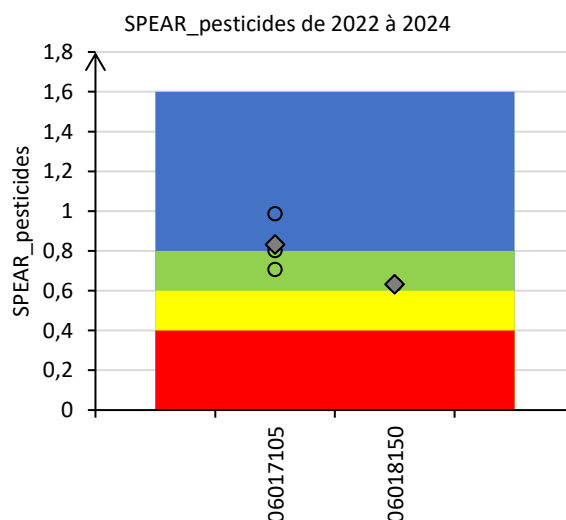


Figure 16. Valeurs de l'indice SPEAR pesticide des communautés macrobenthiques du Dugeon ces 3 dernières années (2022-2024). Les classes de qualités sont celles relatives à l'indice sensu stricto, indépendant des classes d'états DCE.

D'une façon générale, on constate que les états macrobenthiques et leurs différentes caractéristiques sont particulièrement stables ces 3 dernières années dans les stations investiguées.

Ainsi, le référentiel DCE indique un « bon état macrobenthique » stable de la station patrimoniale, que l'indice retenu soit l'équivalent-IBGN ou l'I2M2. Cette station présente un potentiel de réservoir biologique avec notamment la présence rare dans le département de *Chloroperlidae*. Toutefois, l'implantation de ce taxon s'avère fragile (elle fut inventoriée en 2021 puis non contactée depuis...). Il en est de même pour d'autres taxons sensibles tels que *Perlodes sp.*. Le rang du groupe indicateur retenu est ainsi de 8/9 ces 3 dernières années, donc non pleinement optimal (manque de robustesse des taxons les plus sensibles). La métrique élémentaire ASPT corrobore cette observation avec une sensibilité globale de la communauté très bonne mais non pleinement optimale de façon pérenne.

Au-delà des aspects qualitatifs, le principal facteur limitant la qualité macrobenthique de cette station patrimoniale est lié à la faible biodiversité qui y est observée, ce qui est généralement associé à une qualité en micro-habitats elle-même limitante. Ainsi, au regard des robustesses aléatoires des taxons des plus sensibles, se pose alors la question de la potentialité physique (actuelle et théorique) de cette typologie de milieu aquatique apicale en forte interaction avec des zones humides.

En comparaison, l'état macrobenthique du Dugeon en fermeture de bassin s'avère davantage dysfonctionnel et instable. L'augmentation de la variété taxonomique est à mettre en regard avec un glissement typologique dans un hydrosystème froid, plutôt qu'à une amélioration de l'offre en micro-habitats. Ceci tend à sous-estimer le niveau de détérioration réelle de la qualité des peuplements par rapport à la station apicale, surtout en considérant le MPCE (eq-IBGN).

Ainsi, la sensibilité des taxons en fermeture de bassin s'avère nettement plus faible (EQR de la métrique ASPT divisé par 2 entre les 2 stations) et les peuplements plus déséquilibrés que dans la partie apicale (EQR de la métrique Shannon quasi-nul à la station aval). Cette observation indique là aussi la présence impactante d'une pression physico-chimique opérant dans cette fermeture de bassin. Ceci est aussi par ailleurs corroboré par l'indice SPEAR qui s'inscrit en cohérence avec une pollution par les micropolluants un peu plus affirmée en fermeture de bassin.

3. Poissons

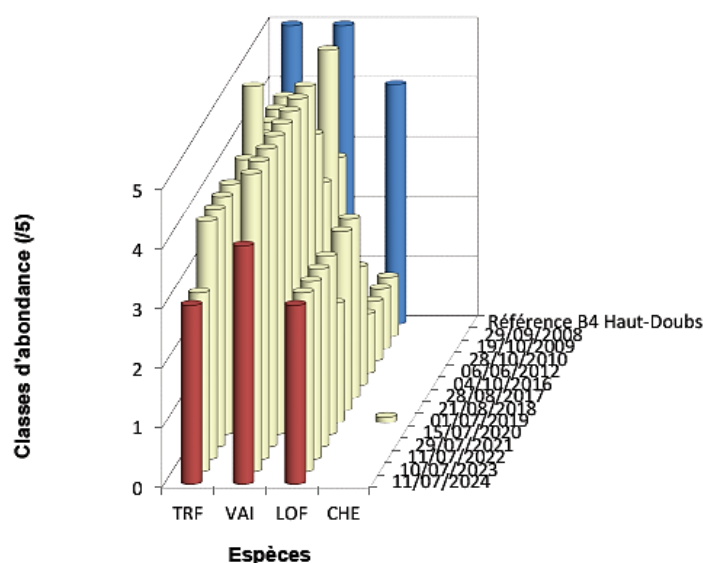


Figure 17. Comparaison entre référentiel typologique (bleu) et données historiques (jaune) et actuelles (rouge) au niveau de la station patrimoniale (extrait fiche station réalisée par la Fédération de Pêche du Doubs).

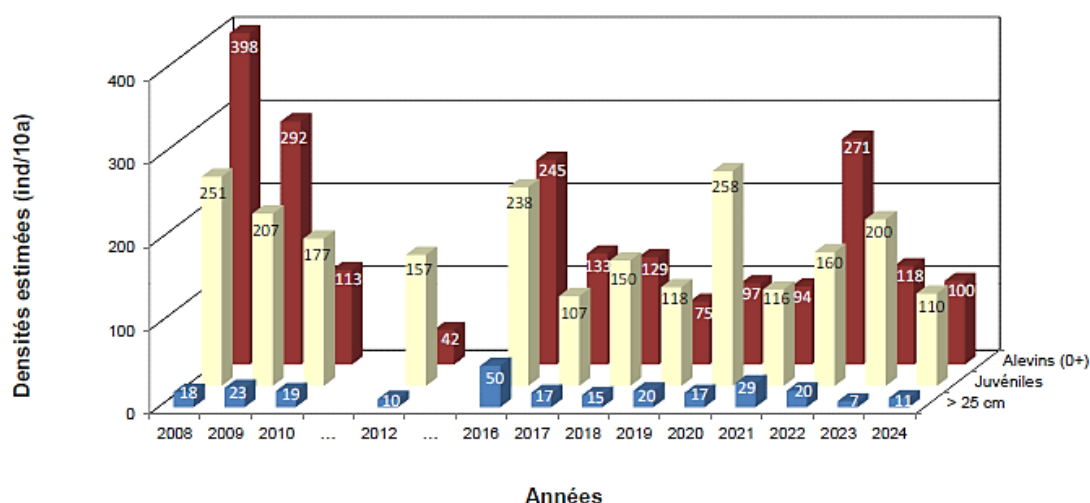


Figure 18. Evolution de la structuration de la population en truites au niveau de la station patrimoniale (extrait fiche station réalisée par la Fédération de Pêche du Doubs).

Les inventaires piscicoles (menés dans le cadre du réseau fédéral de suivi piscicole du Doubs) ont mis en évidence un peuplement conforme à la référence d'un point de vue qualitatif au sein de la station patrimoniale. Tout comme en 2023, la biomasse en truite fario demeure déficitaire pour la troisième année consécutive (plus faible valeur depuis le début des suivis), résultat d'une chute nette des effectifs de géniteurs. La quantité d'alevins de l'année est très moyenne, affectant la densité numérique de l'espèce qui est une des plus basses révélées sur la station. La cote d'abondance de l'espèce reste largement inférieure à celle attendue.

Les abondances de vairon restent correctes mais en chute libre par rapport aux dernières saisons pour atteindre pour la première fois depuis 2012 un niveau inférieur à l'optimum espéré. Seul point positif, le peuplement de la loche se stabilise et reste supérieure à l'abondance d'il y a une quinzaine d'année.

Plus globalement, le peuplement piscicole de cette station présente en état moyen, plutôt en voie de dégradation, et encore loin de ce qui était observé initialement pour les truites jusqu'en 2008-2009.

H. Conclusion

Les états DCE du Drugeon sont déclassés en « moyens », liés aux dysfonctionnements piscicoles dans la station patrimoniale amont, et de dégradations plus globales et multiples dans la station RCS en fermeture de bassin.

La typologie particulière du BV (marquée « zone humide ») lui confère des caractéristiques mésologiques particulières et questionne quant aux réelles capacités macrobenthiques de cette partie apicale : à la fois potentiel réservoir biologique mais peinant à pleinement s'exprimer, teneur naturellement élevée en COD mais pouvoir épurateur en nitrates affirmée et résilience aux forts étiages.

La qualité de l'eau de la station patrimoniale historiquement plutôt préservée s'inscrit désormais en voie de dégradation. La fermeture de bassin s'avère nettement plus contrainte par des pressions à la fois domestiques et agricoles : légères dystrophies et fortes contaminations par les micropolluants (dont quelques PPP) et forte pollution par l'arsenic en 2024. En conséquence les états biologiques y sont nettement dégradés.

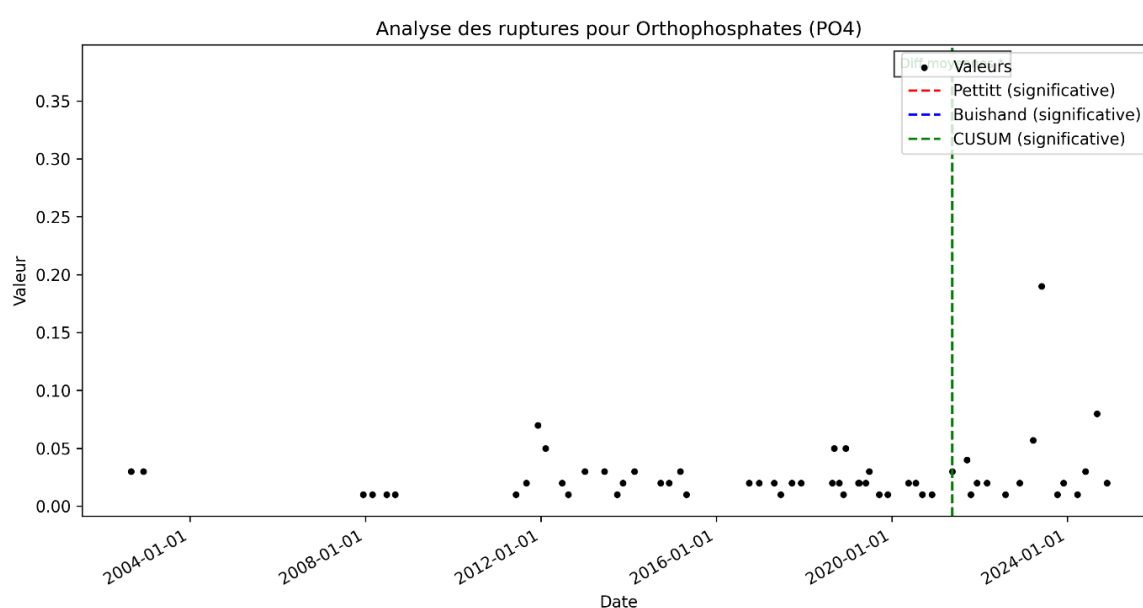


Figure 19. Chronique des teneurs en orthophosphates dans la station patrimoniale.

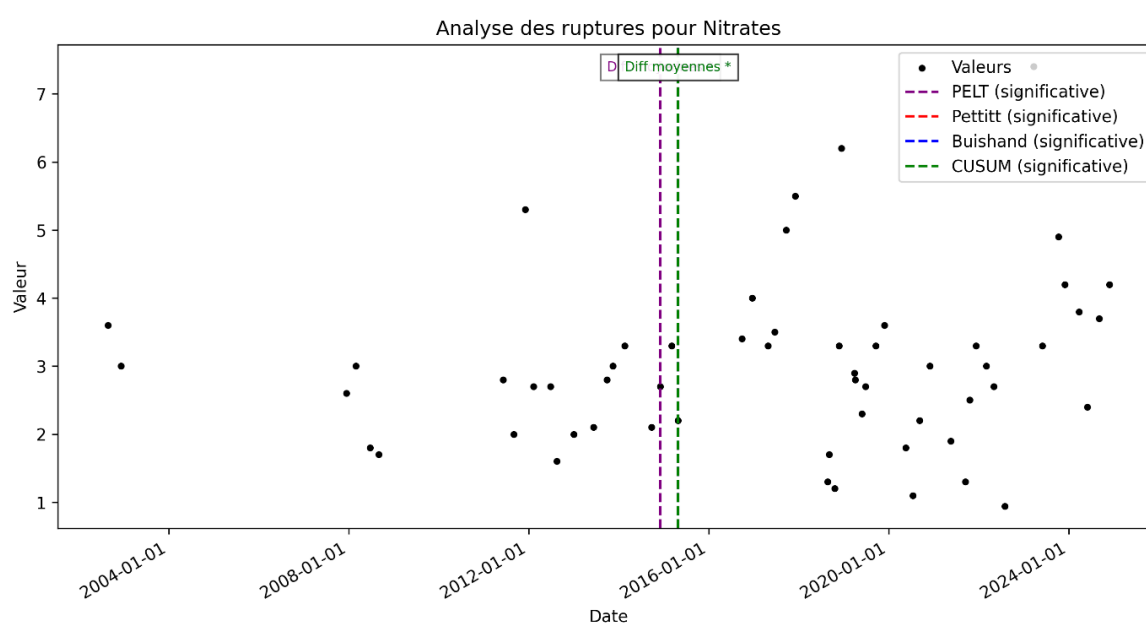


Figure 20. Chronique des teneurs en nitrates dans la station patrimoniale.

Paramètre	Type de rupture	Date de rupture	P-valeur rupture	Test de rupture	Moyenne avant	Moyenne après	P-valeur moyennes	Test utilisé pour moyennes	P-valeur tendance	P-valeur tendance
Nitrates	PELT	04/12/2014	0,01	Permutation	2,45	3,36	0,01	Permutation	0,13	0,48
Nitrates	Pettitt	27/04/2015	0,01	Permutation	2,50	3,38	0,02	Permutation	0,05	0,34
Nitrates	Buishand	27/04/2015	0,01	Permutation	2,50	3,38	0,01	Permutation	0,05	0,34
Nitrates	CUSUM	27/04/2015	0,01	Permutation	2,50	3,38	0,01	Permutation	0,05	0,34
Orthophosphates (PO4)	Pettitt	18/05/2021	0,03	Permutation	0,02	0,06	0,03	Permutation	0,44	0,42
Orthophosphates (PO4)	Buishand	18/05/2021	0,02	Permutation	0,02	0,06	0,02	Permutation	0,44	0,42
Orthophosphates (PO4)	CUSUM	18/05/2021	0,02	Permutation	0,02	0,06	0,03	Permutation	0,44	0,42

Tableau 13. Synthèse des tests significatifs de ruptures (et tests de comparaison avant/après ruptures) réalisés pour la station patrimoniale sur le Dugeon (p-values <0,05 en vert).

Les investigations statistiques sur les chroniques disponibles au niveau de la station patrimoniale démontrent la présence de ruptures significatives pour 2 paramètres :

- Orthophosphates : rupture en 2021 avec augmentation de la teneur moyenne (sans tendance évolutive significative) ;
- Nitrates : rupture en 2015 avec augmentation de la teneur moyenne (sans tendance évolutive significative).

Les évolutions des moyennes, toutes deux défavorables, demeurent dans l’absolu globalement faibles, mais de moins en moins négligeables, signe d’une lente érosion allant vers une détérioration de la qualité de l’eau de cette station patrimoniale. Le suivi 2024 s’inscrit dans cette tendance : les concentrations en nitrates et phosphates mesurées figurent parmi la moitié les moins élevées du bassin hydrographique du Doubs, mais pour certaines d’entre elles parmi les plus historiquement élevées dans cette station patrimoniale.

Remarque : des ruptures ont aussi été mises en évidence pour les chroniques en nitrites, mais il s’agit là vraisemblablement d’un artefact lié à une importante diminution du seuil de quantification (LQ) en 2019.

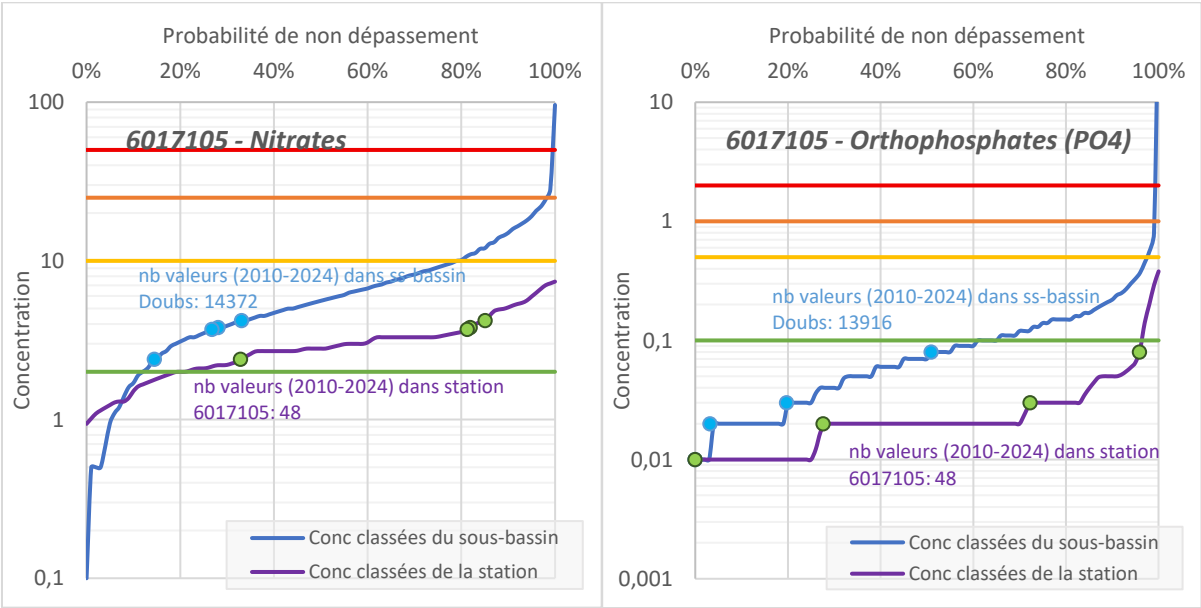


Figure 21. Probabilités d’observer les concentrations 2024 (points) par rapport à ce qui est habituellement observé dans la station (courbe violette) et plus globalement dans le bassin hydrographique du Doubs (courbe bleue).

II. Le Cusancin et Audeux

A. Localisation

Libellé de la station	Code
SOURCE BLEUE DU CUSANCIN [ADES]	BSS001JKSG
SOURCE NOIRE DU CUSANCIN [ADES]	BSS001JKTD
CUSANCIN A GUILLON-LES-BAINS 2 [réseau patrimonial]	06462700
CUSANCIN A PONT LES MOULINS 4 [réseau patrimonial]	06438710
CUSANCIN A BAUME-LES-DAMES 1 [RCS]	06462950
AUDEUX A BREMONDANS [réseau patrimonial]	06004115

Tableau 14. Stations investiguées ces 3 dernières années dans le BV du Cusancin.

Les données macro-invertébrés et piscicoles d'une station complémentaire, suivie dans le cadre de l'étude de l'arasement du barrage de Pipes portée par l'EPAGE Doubs Dessoubre, sont intégrées à ce présent rapport. Cette station est située à l'amont du remous du barrage des pipes (cf carte ci-dessous).



Carte 3. Emplacement de la station dite Amont Remous et suivie dans le cadre de l'arasement du Barrage des Pipes

Le BV hydrogéologique du Cusancin est beaucoup plus étendu que ne le laisse supposer son linéaire plutôt court (moins de 13km) : il s'étend environ une quinzaine plus au sud et intègre notamment l'Audeux (dont l'affluent Cesserant est une résurgence).

La partie apicale du Cusancin est principalement constituée de 2 sources karstiques (la Source Bleue et la Source Noire), le torrent des Alloz étant un cours d'eau intermittent. Ces sources intègrent les parties orientales du BV où sont localisées plusieurs pressions potentielles : agricoles (avec une évolution progressive des pratiques constatée ces dernières années, notamment des retournements de prairies) et domestiques (stations d'épuration de Lomont-sur-Crête, Crosey-le-Grand, Vellevans, Randevillers, Servin, Laviron, Landresse...).

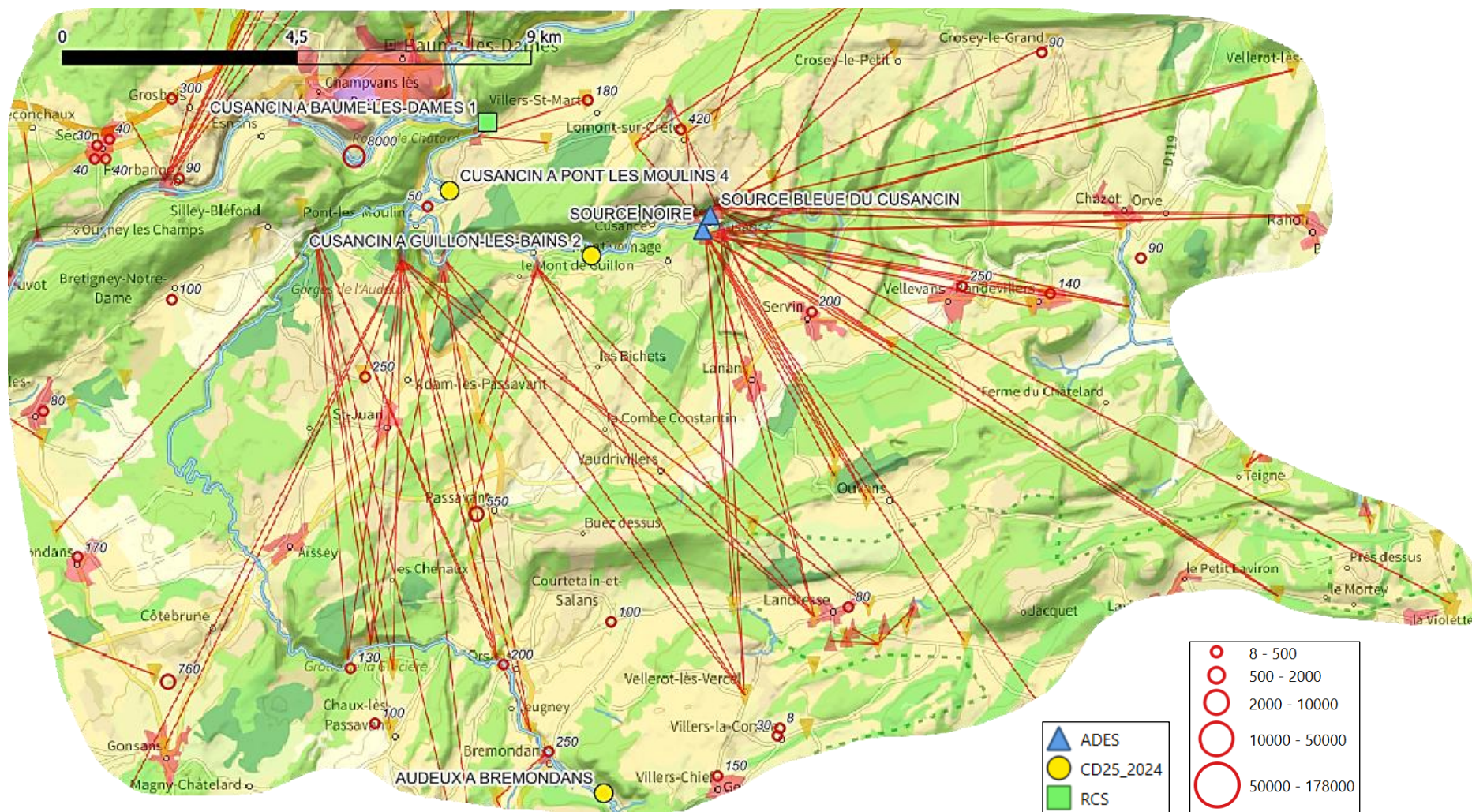
La station patrimoniale 06462700 est localisée à l'amont de Guillon-les-Bains (et de sa pisciculture). Elle intègre ces 2 sources qui confluent 2,4 km plus en en amont à Cusance (où une autre pisciculture est présente).

La station 06438710 est localisée à l'aval de plusieurs afférences karstiques en rive gauche (qui intègrent donc des parties méridionales du BV), dont la Glaie Noire. Elle est notamment localisée à l'aval des agglomérations de Guillon-les-Bains et Pont-les-Moulins (et de sa station d'épuration).

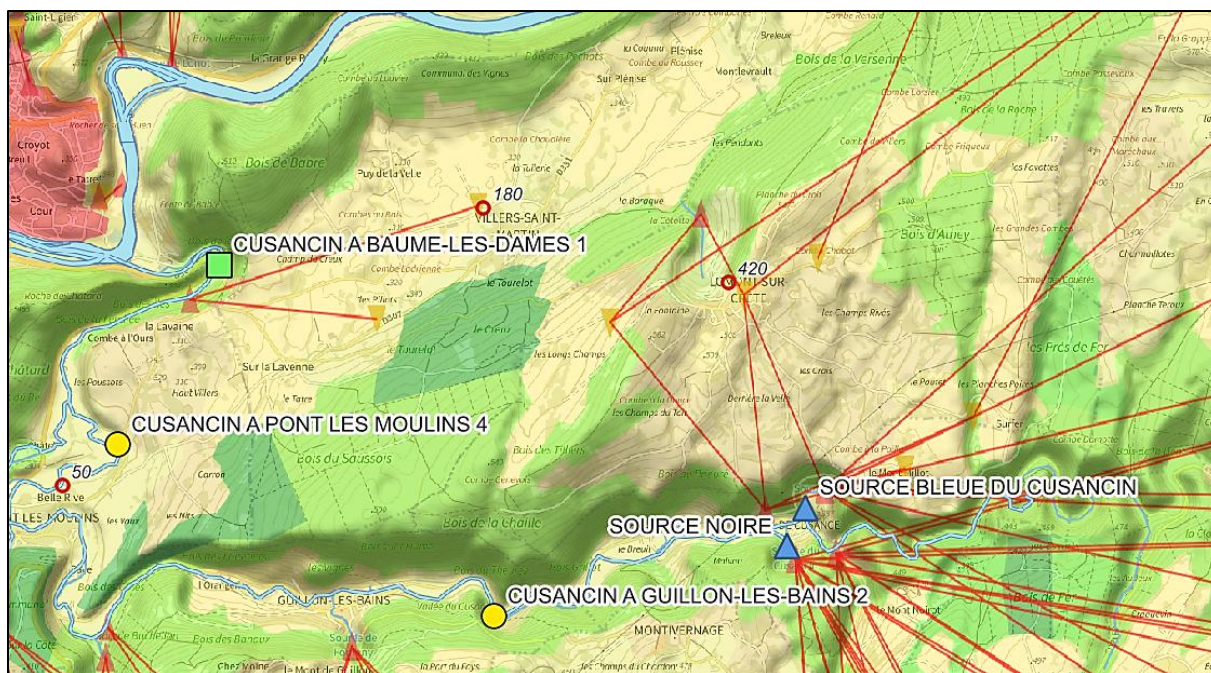
La confluence avec le Cesserant (=Sesserant) est localisée quelques centaines de mètres plus en aval, cet affluent intégrant notamment la station d'épuration de Glamondans et les pertes de l'Audeux. Ce dernier cours d'eau est lui-même l'exutoire de plusieurs stations d'épuration, la station suivie étant toutefois localisée dans sa tête de bassin, i.e. en amont de la plupart de ces pressions domestiques (hors Villers-Chief et Germefontaine).

En fermeture de bassin du Cusancin, la station RCS intègre donc la confluence de la résurgence de l'Audeux avec le Cusancin, quelques centaines de mètres en amont de la confluence de ce-dernier avec le Doubs.

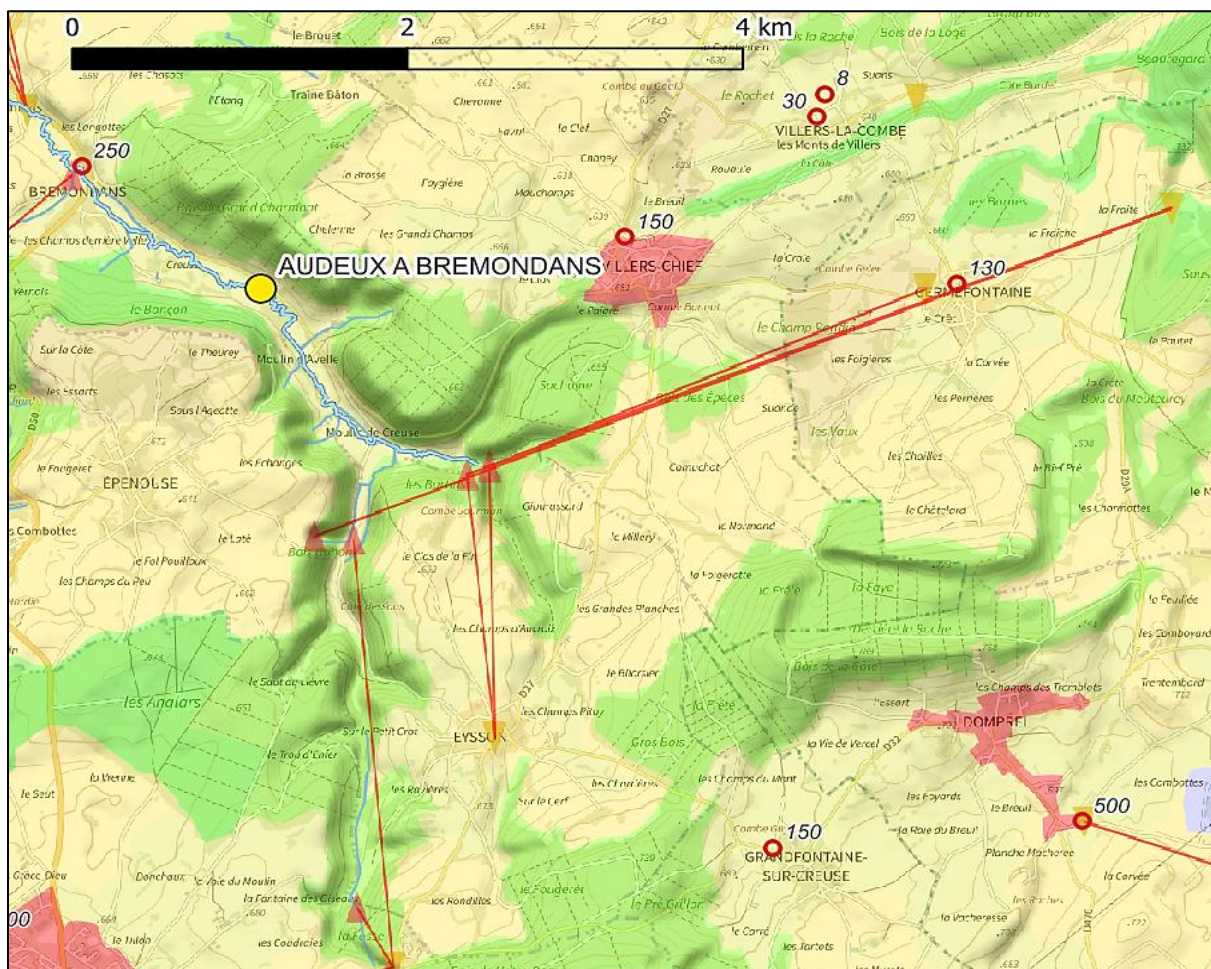
.



Carte 4. Vue d'ensemble du BV du Cusancin et tracés des eaux souterraines. Localisation des stations investiguées (rond jaune : réseau patrimonial, carré vert : réseau Agence de l'Eau, triangle bleu : station ADES). Fond de carte = occupation des sols selon la nomenclature CorineLandCover 2018. Cercles rouges : stations d'épuration.



Carte 5. Vue générale de la Vallée du Cusancin *sensu stricto* : localisation des 3 stations « eaux superficielles » et des deux sources (stations ADES), traçages d'eaux souterraines, fond de carte = IGN + CorineLandCover 2018.



Carte 6. Partie apicale du BV de l'Audeux et localisation de la station patrimoniale. Traçage des eaux souterraines, localisation des stations d'épuration et typologie d'occupation des sols.

A. Contexte hydrologique

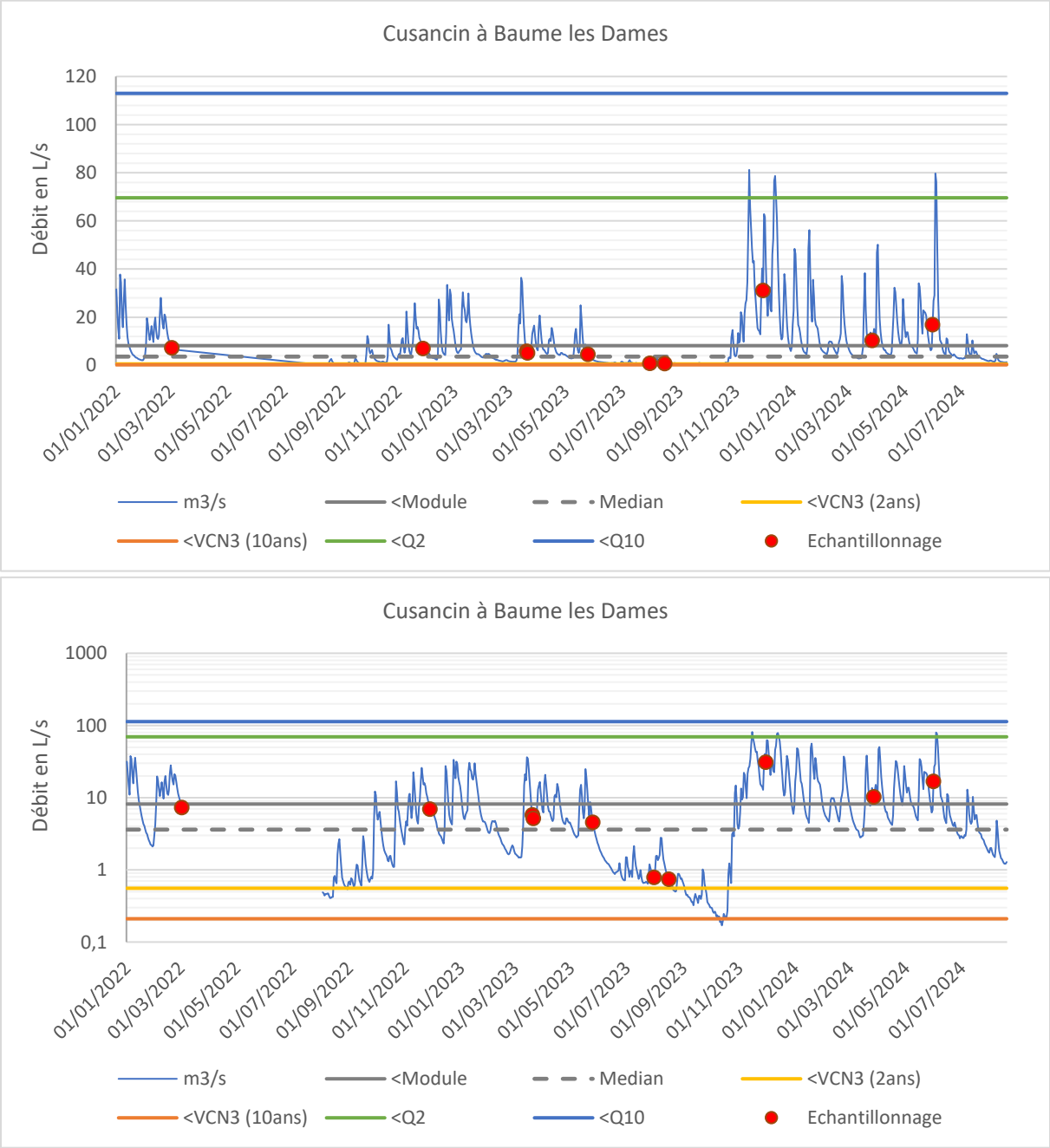


Figure 22. Chronique des débits (échelles logarithmiques et linéaires) mesurés entre le 1er janvier 2022 et le 31 décembre 2024 (3 ans) au sein de la station limnimétrique en fermeture de bassin. Les ronds indiquent les dates d'échantillonnages.

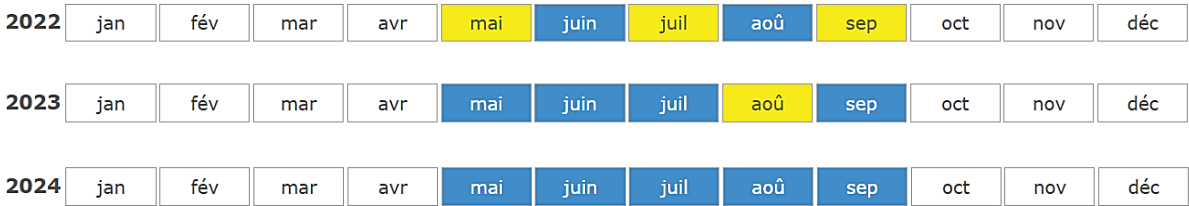


Figure 23. Typologies d'écoulements (5 modalités) au niveau de la station U2426011 (L'Audeux à Orsans) du réseau ONDE. Bleu : Ecoulement visible acceptable. Jaune : Ecoulement visible faible. Orange : Ecoulement non visible. Rouge : Assec.

2022	jan	fév	mar	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc
2023	jan	fév	mar	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc
2024	jan	fév	mar	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc

Figure 24. Typologies d'écoulements (5 modalités) au niveau de la station U2425070 (Le Cesserant à Pont-Les-Moulins) du réseau ONDE. Bleu : Ecoulement visible acceptable. Jaune : Ecoulement visible faible. Orange : Ecoulement non visible. Rouge : Assec.

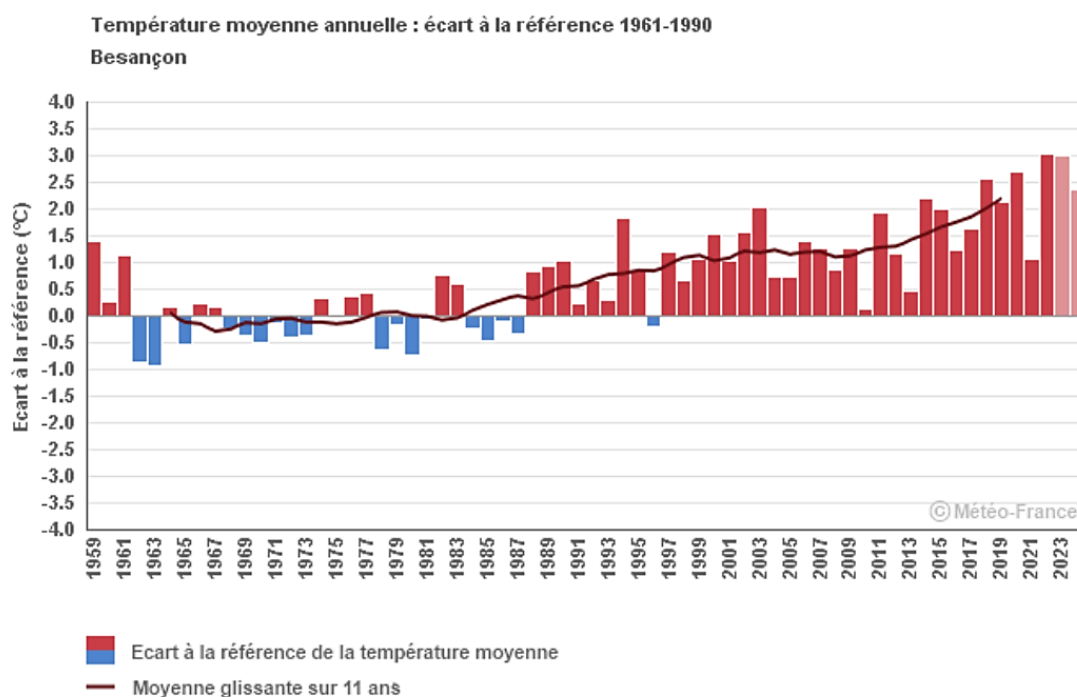


Figure 25. Evolution des températures moyennes annuelles à Besançon par rapport à la référence 1961-1990 (extrait MétéoFrance).

Au cours des 3 dernières années (2022-2024), 3 crues de retour biennal furent successivement observées en novembre-décembre 2023 puis le 04/06/2024.

Les basses eaux furent pour leur part davantage affirmées ces dernières années, avec des débits d'étiages atteignant systématiquement un VCN3 de retour biennal. Pour rappel, l'étiage de 2020 fut particulièrement durable ; celui de 2021 fut plus tardif et bref, mais ponctuellement plus intense que 2020 ; et bien que la station limnimétrique cessa d'être opérationnelle une partie de l'été 2022, on peut cependant noter que la sécheresse y fut exceptionnellement forte et durable et les écoulements particulièrement faibles. L'étiage de 2023 s'inscrit dans cette continuité avec une sévérité de retour décennal et une durée s'étalant de fin juin à fin octobre. En outre, ces 2 dernières années (2022 et 2023) furent les plus chaudes depuis au moins 1959 (+3,0°C par rapport à la « normale » à Besançon).

Les campagnes d'échantillonnages ponctuelles durant cette période permirent de couvrir la plupart de ces conditions hydrologiques contrastées.

B. État écologique DCE

	CUSANCIN A GUILLON-LES- BAINS 2	CUSANCIN A PONT LES MOULINS 4	CUSANCIN A BAUME-LES- DAMES 1	AUDEUX A BREMONDANS
Code station	6462700	6438710	6462950	6004115
ETAT ECOLOGIQUE	Bon	Bon	Bon	Bon
Etat Biologique	Bon	Très bon	Bon	Très bon
Diatomées	Bon	Très bon	Très bon	Très bon
Macroinvertébrés	Très bon	Très bon	Bon	Très bon
Poissons	Très bon	Non qualifié	Bon	Non qualifié
Macrophytes	Non qualifié	Non qualifié	Bon	Non qualifié
Eléments physico-chimiques généraux	Bon	Bon	Bon	Bon
Bilan de l'oxygène	Très bon	Très bon	Bon	Très bon
Oxygène dissous	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Taux de saturation en O2 dissous	Très bon	Très bon	Bon	Très bon
Carbone Organique dissous	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
DBO5	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Nutriments	Bon	Bon	Bon	Bon
Ammoniaque-Ammonium	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Nitrites	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Nitrates	Bon	Bon	Bon	Bon
Orthophosphates	Bon	Très bon	Très bon	Très bon
Phosphore total	Bon	Très bon	Très bon	Très bon
Acidification	Très bon	Bon	Bon	Très bon
Température	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Polluants spécifiques	Non qualifié	Non qualifié	Bon	Bon
Polluants synthétiques	Non qualifié	Non qualifié	Bon	Bon
Polluants non synthétiques	Non qualifié	Non qualifié	Bon	Non qualifié

Tableau 15. Etats écologiques 2025 (2022-2024) du Cusancin et de l'Audeux selon le référentiel DCE (AR 25/01/2010 modifié).

Il n'est pas fait état d'altération majeure de la qualité écologique du Cusancin et de l'Audeux en se référant aux classes d'état selon le référentiel DCE. Néanmoins, on remarque que le paramètre « nitrates » est déclassé sur l'ensemble des 4 stations ESU investiguées, et que les nutriments phosphorés et l'état diatomique sont plus spécifiquement déclassés sur la station « amont » du Cusancin.

Ces observations sont approfondies et discutées dans les chapitres suivants.

C. Température et pression organique

Il n'apparaît pas de dysfonctionnement majeur des paramètres du bilan de l'oxygène et donc pas de pollution organique ostensible qui s'exercerait sur le Cusancin ou la station de l'Audeux. La température davantage tamponnée dans la partie apicale (en particulier les 2 sources) s'explique par la proximité immédiate avec les écoulements souterrains, sans un réchauffement significatif le long du linéaire grâce notamment à de multiples arrivées karstiques latérales, y compris en fermeture de bassin (e.g. source de la Refroidière).

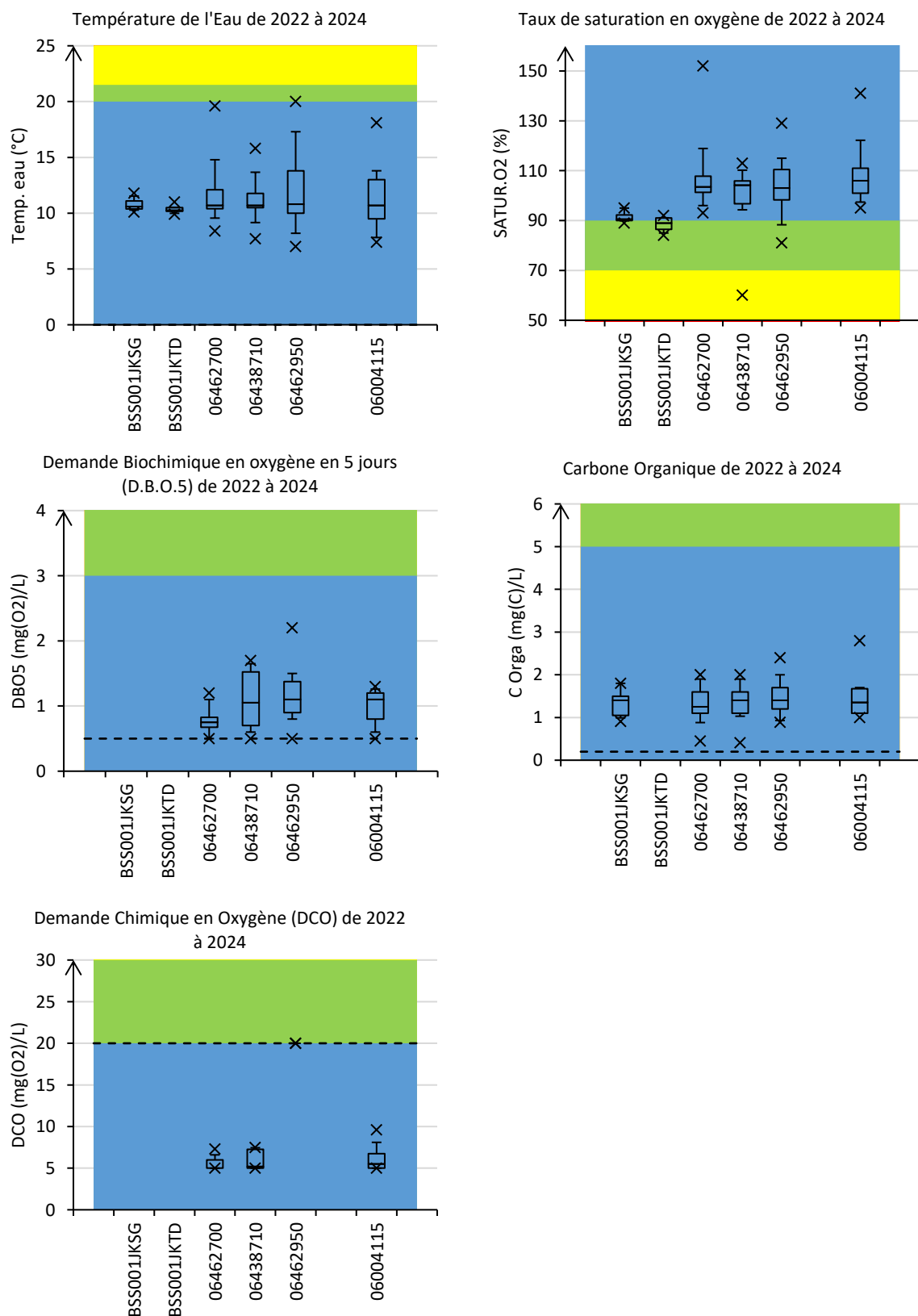


Figure 26. Variabilité sur 3 ans (min, percentiles 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, max) des mesures des paramètres du bilan de l'oxygène et de la température de l'eau.

D. Trophie

1. Matières phosphorées

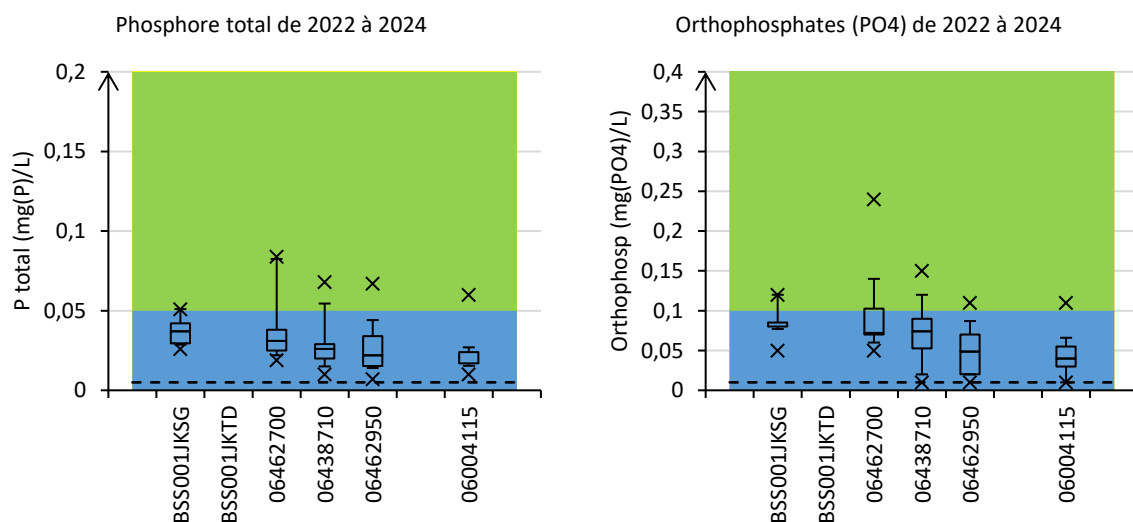


Figure 27. Variabilité sur 3 ans (min, percentiles 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, max) des teneurs en matières phosphorées (référentiel DCE).

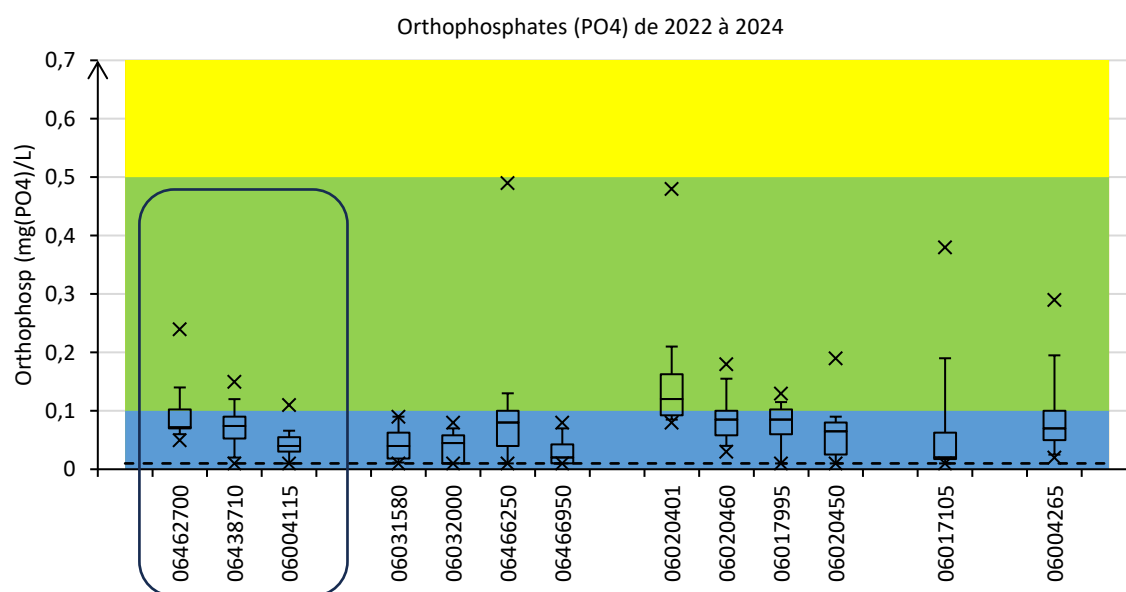


Figure 28. Mise en perspective des concentrations en phosphates des 3 stations patrimoniales du Cusancin (à gauche), avec celles mesurées dans les autres stations du même réseau mais dans d'autres bassins (à droite du graphique).

Une dystrophie phosphorée modérée mais chronique est constatée dès les sources du Cusancin. Elle tend à s'atténuer très progressivement et partiellement le long de son linéaire, la partie amont de l'Audeux étant moins concernée par la problématique. Ceci suggère donc une origine de la contamination principalement concentrée dans la partie de BV intégrée par ces sources, i.e. une vaste partie orientale du BV (environ 40% de la surface estimée du BV hydrogéologique). Le ratio PO4/Ptot (égal ou supérieur à 1) tend à indiquer (au moins pour partie) une origine (possiblement des origines) domestiques(s) de cette contamination.

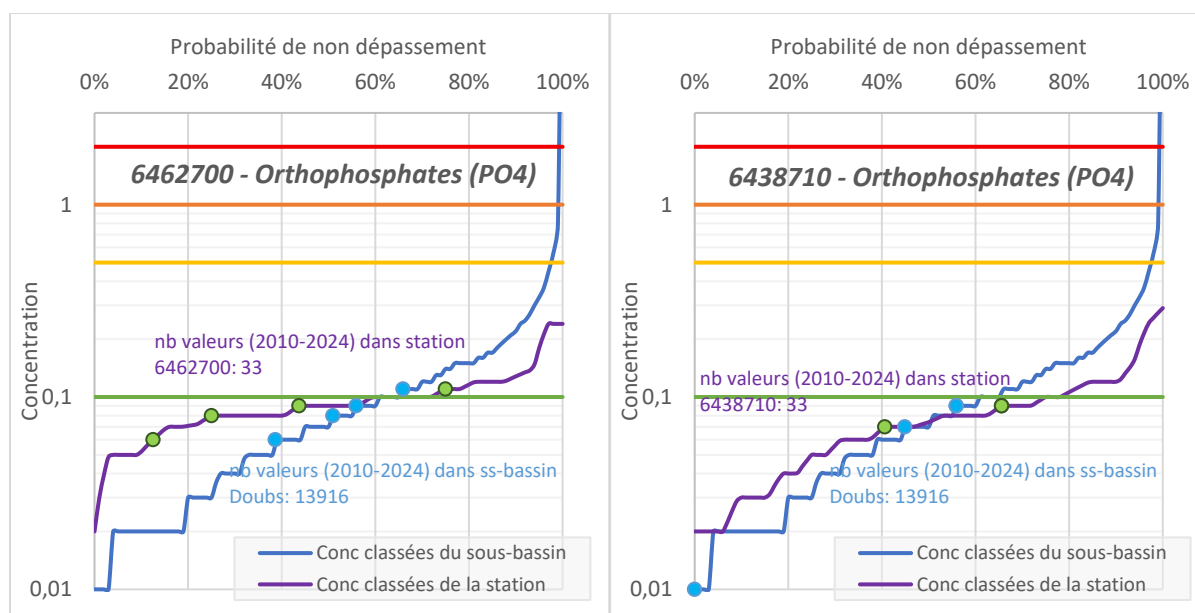


Figure 29. Probabilités d'observer les concentrations 2024 en PO4 (points) par rapport à ce qui est habituellement observé dans la station (courbe violette) et plus globalement dans le bassin hydrographique du Doubs (courbe bleue). A gauche : station amont de Guillon-les-Bains ; à droite : station médiane de Pont-les-Moulins.

Sans en atténuer les conséquences, il convient toutefois de relativiser cette observation au regard de ce qui est par ailleurs mesuré dans le reste du réseau patrimonial : les teneurs en matières phosphorées du Cusancin apical y paraissent effectivement significatives, mais sans commune mesure avec ce qui est présent de façon chronique au niveau de la source du Dessoubre, et n'atteint pas non plus les pics mesurés dans certaines stations du BV de la Loue.

En relativisant plus globalement par rapport au reste du bassin hydrographique du Doubs, on constate que la pollution en orthophosphates est modérée mais tamponnée (i.e. pollution chronique) au niveau de Guillon-les-Bains (06462700), et suivent une dynamique plutôt dans la « norme » au niveau de Pont-les-Moulins (06438710).

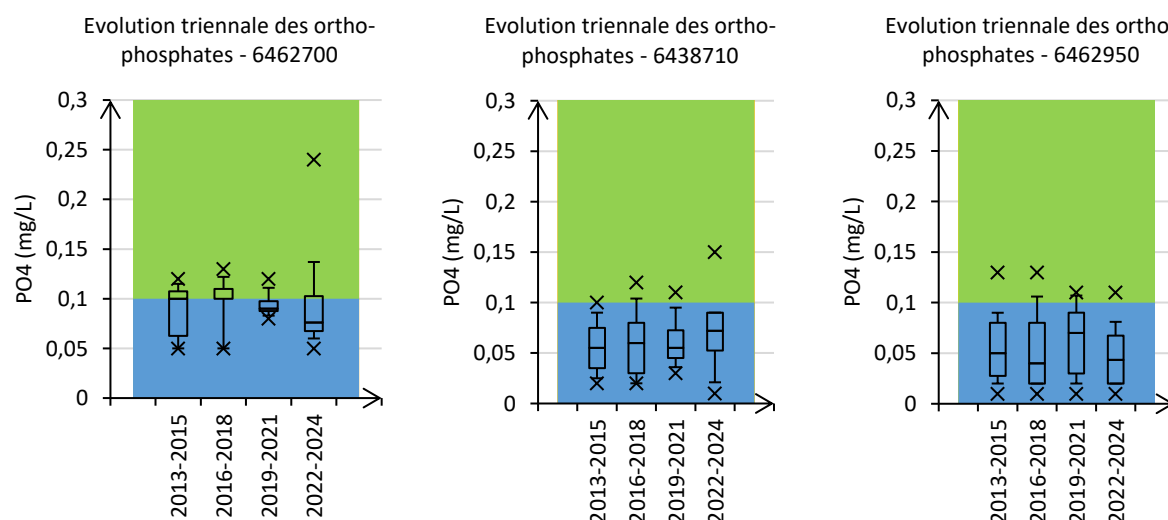


Figure 30. Evolution triennale des concentrations en orthophosphates.

Si les niveaux de contamination par les orthophosphates sont globalement similaires au cours de la dernière décennie au niveau de Guillon-les-Bains et de la fermeture de bassin à Baume-les-Dames (plus élevés à l'amont qu'en fermeture de bassin), en revanche, les tendances sont plus erratiques voire en croissance au niveau de

Pont-les-Moulins, vraisemblablement sous l'influence du rejet de la STEU. On notera toutefois que les tests statistiques de ruptures dans la chronique de ces données ne sont pas avérés significatifs pour ce paramètre PO4 dans la station 06438710.

2. Matières azotées

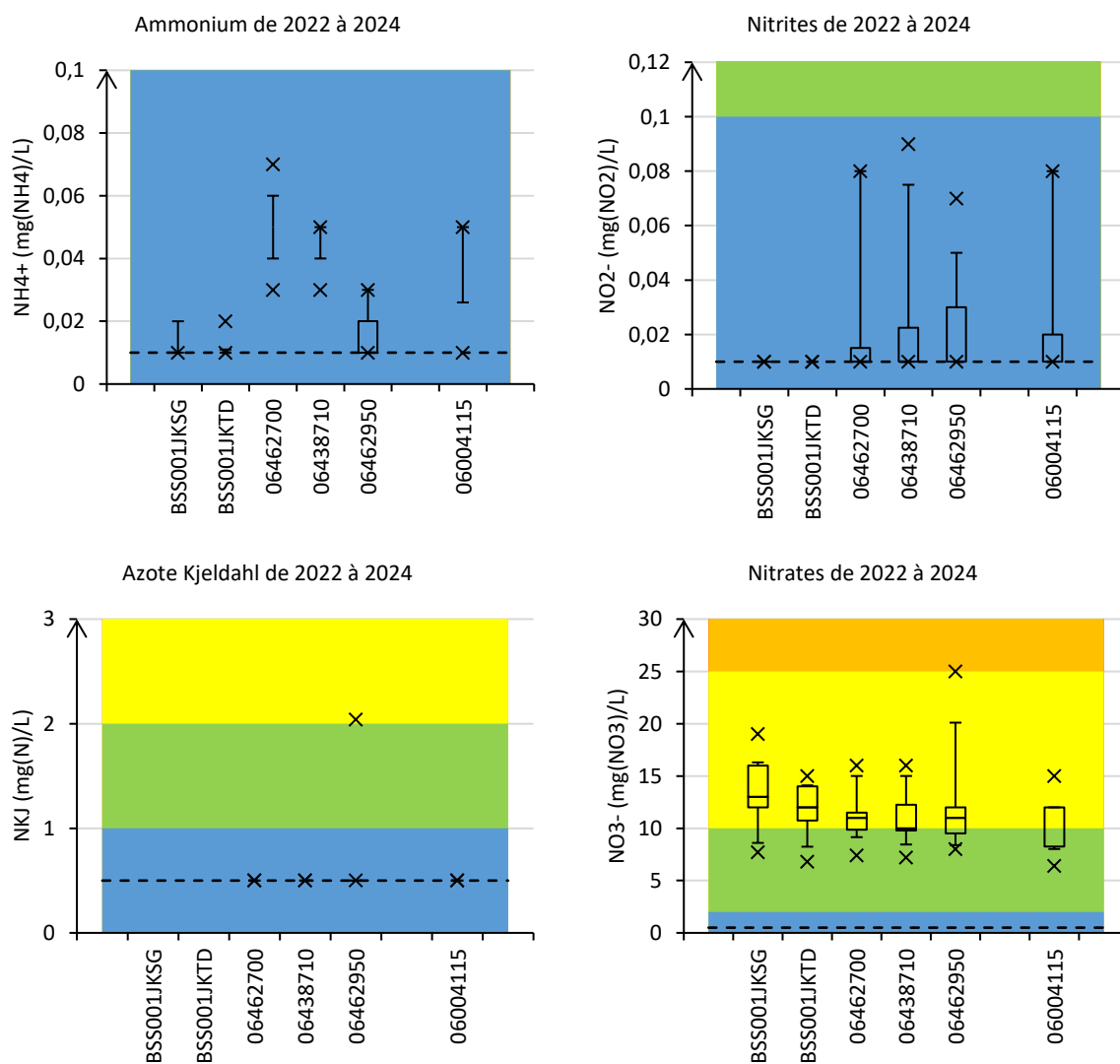


Figure 31. Variabilité sur 3 ans (min, percentiles 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, max) des teneurs en matières azotées (référentiel DCE et SEQ-Eau pour les nitrates et azote Kjeldahl).

Les concentrations en ammonium et plus encore en nitrites font état de contaminations faibles mais récurrentes et croissantes le long du linéaire du Cusancin, mais pas au niveau de ses sources, indiquant par là des origines plus localisées de cette contamination azotée, i.e. dès Cusance et/ou Montivernage, puis vraisemblablement d'autres plus en aval. La station de l'Audeux est elle aussi polluée par ces substances azotées. Cette pression relativement diffuse dans le BV est très vraisemblablement à mettre en relation avec des origines domestiques multiples et diverses (au sens large du terme, i.e. incluant les rejets agro-alimentaires).

Comparativement, la pollution du milieu par les nitrates est nettement plus affirmée, ceci dès les sources du Cusancin et de façon pérenne le long du linéaire (malgré une légère décroissance longitudinale de la

concentration médiane). Sans atteindre totalement les mêmes valeurs, la tête de bassin de l'Audeux s'avère elle aussi polluée de façon significative par les nitrates.

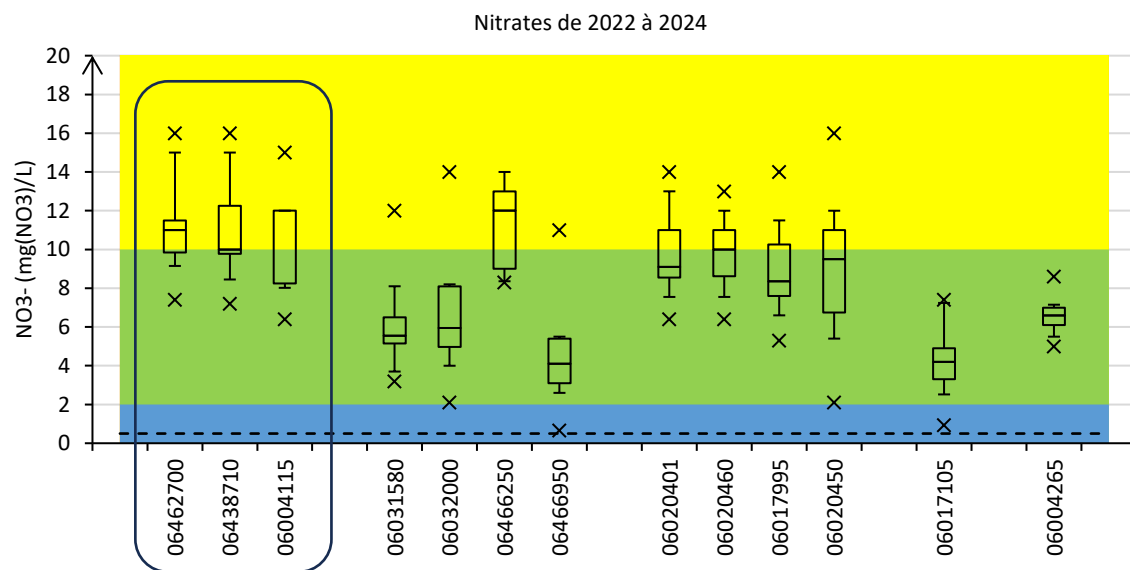


Figure 32. Mise en perspective des concentrations en nitrates des 3 stations du Cusancin (à gauche), avec celles mesurées dans les autres stations du réseau patrimoniale (à droite du graphique).

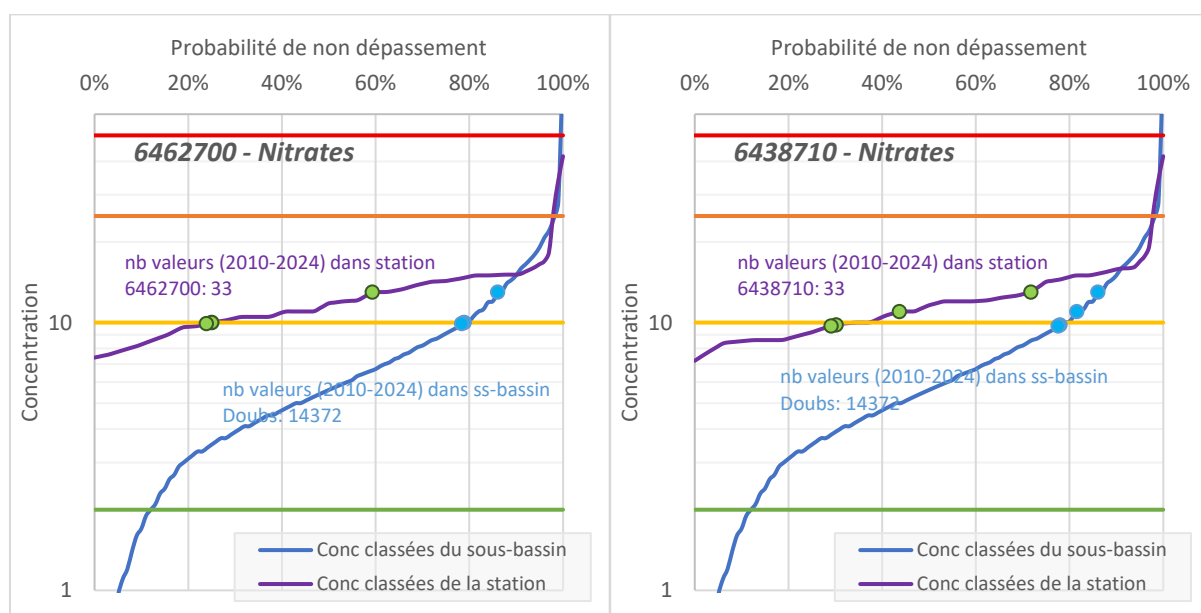


Figure 33. Probabilités d'observer les concentrations 2024 en nitrates (points) par rapport à ce qui est habituellement observé dans la station (courbe violette) et plus globalement dans le bassin hydrographique du Doubs (courbe bleue). A gauche : station amont de Guillon-les-Bains ; à droite : station médiane de Pont-les-Moulins.

Mise en perspective avec les mesures effectuées sur le reste du réseau patrimonial, cette pollution du BV du Cusancin par les nitrates paraît effectivement comme particulièrement prégnante, seule la Brème rivalisant avec ces teneurs.

En comparant plus globalement avec ce qui est observé dans le reste du bassin hydrographique du Doubs, on constate que ces niveaux de pollution du Cusancin par les nitrates en 2024 figurent parmi les 20% les plus élevés.

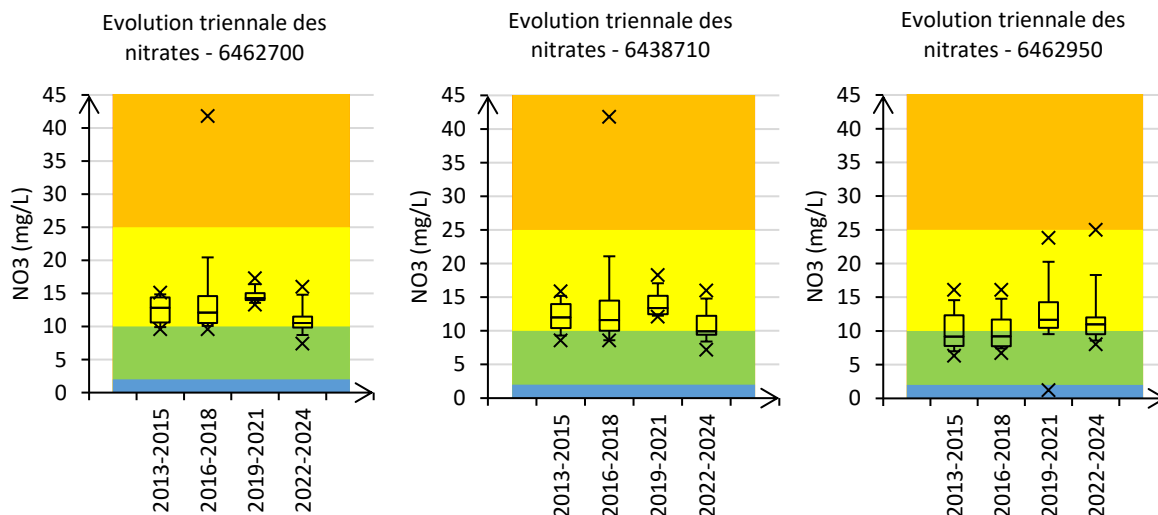


Figure 34. Evolution de la variabilité des concentrations en nitrates. Référentiel SEQ-Eau.

Ce phénomène est vraisemblablement la conséquence d'une intensification en cours des pratiques agricoles sur les plateaux environnants (e.g. retournement de prairies avec une activité agricole de moins en moins « mixte »). En outre, les évolutions hydrologiques combinées à une raréfaction des milieux humides sur les plateaux tendent à accroître la vulnérabilité du Cusancin à des pics ponctuellement élevés en nitrates. On notera toutefois, comme pour les orthophosphates, qu'il n'est pas constaté de rupture statistiquement significative dans les chroniques en nitrates dans les stations patrimoniales de Guillons-les-Bains et Pont-les-Moulins.

Les phénomènes particulièrement prégnants de blooms algaux observés dans le Cusancin s'expliquent ainsi en grande partie par ces dystrophies chroniques en azote et phosphore, particulièrement élevées pour les nitrates.

Blooms algaux : la controverse entre N et P

Il existe dans la littérature une controverse concernant le rôle respectif de N et P dans le déclenchement de l'eutrophisation.

Certains auteurs considèrent que la régulation des phénomènes d'eutrophisation dans les eaux douces passe par une limitation unique des apports en P. Cet élément serait selon eux le facteur unique limitant le développement des producteurs primaires, l'acquisition de l'azote pouvant se faire à travers l'activité des cyanobactéries diazotrophes.

En eau douce, cette hypothèse a été formulée notamment à partir des résultats relatifs à des études portant sur des suivis à long terme d'enrichissements en azote, phosphore ou azote et phosphore d'un lac pauvre en nutriments, la lac 227, au nord-ouest de l'Ontario au Canada, puis au suivi de son évolution après suppression des enrichissements. Les études ont clairement montré que la suppression de l'apport en phosphore limitait l'eutrophisation, ce qui a poussé les auteurs à préconiser de limiter uniquement les apports de phosphore pour enrayer l'eutrophisation, et ce quel que soit l'écosystème d'eau douce ou saumâtre.

Les auteurs de ces études étayaient leur argument avec le succès de cette expérience unique à long terme, le fait que les études montrant la co-limitation de l'azote ou du phosphore ont été surtout mises en évidence dans des expérimentations en laboratoires ou mésocosmes, ces expériences à court terme ne rendant cependant pas compte de la complexité des écosystèmes, le fait que la régulation des apports d'azote coûterait trop cher et qu'elle serait inutile puisqu'elle serait compensée par la fixation atmosphérique des cyanobactéries.

Cette focalisation sur la régulation unique des apports de phosphore a été développée aux Etats-Unis depuis plusieurs années, notamment sur le lac Érié. Cependant, de nombreuses études récentes remettent en cause cette option et préconisent de limiter à la fois des apports d'azote et de phosphore dans les eaux continentales, saumâtres ou salées. Les principaux arguments en faveur de cette co-régulation de l'azote et du phosphore pour juguler l'eutrophisation sont les suivants :

- Les lacs oligotrophes du Nord Canada ne représentent pas la grande diversité des écosystèmes aquatiques continentaux, estuariens, lagunaires, côtiers et marins ;[...]
- Plusieurs études (dont une menée sur le même lac 227 du nord-ouest de l'Ontario) ont montré que la fixation d'azote par les cyanobactéries n'égalait pas les apports provenant normalement des bassins-versants ;
- Le phosphore n'ayant quasi-pas de phase gazeuse, il s'accumule plus rapidement que l'azote dans les écosystèmes aquatiques anthropisées. Son augmentation continue dans les sédiments des cours d'eau, des lacs, des estuaires et des lagunes fait de lui une ressource de plus en plus biodisponible pour les plantes aquatiques et les algues, d'où le besoin de réguler également l'apport d'azote, qui devient dans ce cas l'élément limitant le développement des producteurs primaires ;
- La stratégie basée sur la réduction unique des apports de phosphore pour juguler les problèmes d'eutrophisation n'a pas été couronnée de succès à ce jour. Par exemple, les lacs Apopka, Okeechobee aux Etats-Unis, le lac Érié entre les Etats-Unis et le Canada, les lacs Taihu et Donghu en Chine ont connu des efflorescences algales récentes malgré les efforts significatifs pour limiter uniquement les apports de phosphore ;[...]

Il existe aujourd'hui un faisceau de connaissances objectives qui soutiennent un consensus largement partagé par les scientifiques pour limiter à la fois les apports d'azote et de phosphore aux écosystèmes aquatiques, qu'ils soient ponctuels ou diffus, qu'ils soient d'origine urbaine, industrielle, agricole, ou résultant de l'usage des énergies fossiles.

La controverse sur le ou les facteurs contrôlant l'eutrophisation souligne plusieurs éléments à prendre en compte pour aborder ce processus complexe. Tout d'abord, elle rend compte de la difficulté à extrapoler les résultats obtenus sur un type d'écosystème à d'autres. Chaque écosystème est unique et possède sa propre histoire et dynamique, elles-mêmes liées aux conditions géologiques, géomorphologiques, hydrologiques écologiques et climatiques locales, mais aussi aux pressions anthropiques passées et présentes et à leur nature, aux contextes sociologiques et économiques dans lesquelles elle se sont inscrites. Les écosystèmes aquatiques sont des systèmes complexes et ouverts qui ont des temps de réponse aux apports anthropiques qui peuvent être longs (plusieurs décennies) et non linéaires, qui nécessitent des suivis à long terme. Les cycles des nutriments ne sont pas isolés les uns des autres, et des mesures de régulation d'un élément ont des conséquences sur les autres et *in fine* sur l'équilibre des écosystèmes.

(Source : *L'eutrophisation, manifestations, causes, conséquences et prédictibilité*, Pinay et al., Ed. Quae, 2018, 179 pages, ISBN 978-2-7592-2757-0).

E. Pesticides et autres micropolluants, métaux lourds

Les pesticides et métaux lourds n’ont pas été investigués dans les stations patrimoniales en 2022 et 2023. En 2024, seule la station patrimoniale de l’Audeux a fait l’objet d’un suivi des pesticides et micropolluants sur eau (4 campagnes) et sédiments (1 campagne). Il s’agit donc ici d’une réactualisation des données sur le réseau RCS/RCO et ADES, ainsi qu’une mise en perspective des observations depuis 2021 en prenant en compte l’actualisation des données sur la station de l’Audeux.

1. Pesticides

Support eau

		BSS001JKSG	BSS001JKTD	6462700	6438710	6462950	6004115
2022	Nombre de substances quantifiées	1				7	
	Nombre de substances recherchées	1172	0	0	0	6884	0
2023	Nombre de substances quantifiées	0					
	Nombre de substances recherchées	1184	0	0	0	0	0
2024	Nombre de substances quantifiées	0					2
	Nombre de substances recherchées	1172	0	0	0	0	4432

Tableau 16. Comparaison des efforts analytiques 2022-2024 dans les stations investiguées (ou non) sur le Cusancin et l’Audeux. Station ADES : 2 campagnes par an ; station 6462950 : 12 campagnes en 2022 ; station 6004115 : 4 campagnes en 2024.

	Libellé Paramètre	Nb quantif. en 2021	Concentration moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantif. en 2022	Concentration moyenne 2022 (µg/L)	Nb quantif. en 2024	Concentration moyenne 2024 (µg/L)
BSS001JKSG	AMPA	1	0,020	1	0,038		
	Total Pesticides	1	0,020	1	0,038		
6462700	AMPA	2	0,024	-	-		
	Chlortoluron	1	0,105				
	Diméthénamide	1	0,006				
	Glyphosate	1	0,022				
	Métaldéhyde	1	0,035				
	Métamitron	1	0,021				
	Métolachlore tot	1	0,013				
	Total Pesticides	8	0,031				
6438710	Chlortoluron	1	0,114				
	Diméthénamide	1	0,007				
	Métaldéhyde	2	0,0225				
	Métolachlore tot	1	0,016				
	Total Pesticides	5	0,036				
6462950	Chlortoluron			4	0,030		
	Diflufenicanil			2	0,003		
	Metolachlor ESA			1	0,031		
	Total Pesticides			7	0,022		
6004115	Pesticides					2	0,008
	Dimethenamide					2	0,008
	Total Pesticides						

Tableau 17. Comparaison des substances quantifiées dans les stations investiguées en 2021, 2022 et 2024 sur le Cusancin et l’Audeux.

Malgré le biais lié à des efforts analytiques disparates entre stations, les mesures tendent à indiquer une contamination diffuse par les pesticides *lato sensu* dans le Cusancin, des sources à la fermeture de bassin, et similairement dans la station de l’Audeux.

L’ensemble des pesticides dissous identifiés correspond à une activité herbicide, désignant ainsi leur origine agricole (grandes cultures) au niveau des plateaux environnants. La source semble un peu plus préservée de cette pollution par les PPP, d’où une origine de cette pression probablement plutôt locale que lointaine et hydrogéologique, l’Audeux n’étant toutefois pas non plus préservé de cette pression.

Support sédiment

Paramètre (Code sandre/Type)	6462700	6438710	6462950
AMPA (1907/Pesticide)	1	1	0

Tableau 18. Nombre de quantifications positives en pesticides adsorbés lors des analyses depuis 2011 dans le Cusancin.

Les efforts analytiques en pesticides adsorbés dans les sédiments des 3 stations investiguées furent sans commune mesure moins élevés avec ceux portés sur les pesticides dissous. Dans ce contexte, il n'a pas été mis en évidence de pollution du sédiment, hormis par l'AMPA (présent dans les sédiments des 2 stations patrimoniales, au moins anciennement). A noter que cette substance a été quantifiée sous forme dissoute dans la partie amont du linéaire.

Remarque : l'AMPA est un phosphonate potentiellement issu de la dégradation de l'herbicide glyphosate (présence avérée sous forme dissoute) mais peut aussi provenir de multiples détergents industriels et domestiques.

2. Autres micropolluants

Support eau

		BSS001JKSG	BSS001JKTD	6462700	6438710	6462950
2022	Nombre de substances quantifiées	10				67
	Nombre de substances recherchées	450	0	0	0	3783
2023	Nombre de substances quantifiées	2				
	Nombre de substances recherchées	460	0	0	0	0
2024	Nombre de substances quantifiées	3				
	Nombre de substances recherchées	678	0	0	0	0

Tableau 19. Efforts analytiques et niveaux de contamination entre 2022 et 2024 du Cusancin par les micropolluants dissous (hors pesticides). Station ADES : 2 campagnes par an ; station 6462950 : 12 campagnes en 2022.

		6004115
2024	Nombre de substances quantifiées	4
	Nombre de substances recherchées	184

Tableau 20. Efforts analytiques et niveaux de contamination en 2024 de l'Audeux par les micropolluants dissous (hors pesticides) lors de 4 campagnes. Pas de mesure en 2022 et 2023.

Paramètre (Code sandre/Type)	Nb quantifications 2024	Concentration moyenne 2024 (µg/L)
Formaldéhyde (1702/COV)	4	1,5

Tableau 21. Paramètres quantifiés et concentration moyenne annuelle en 2024 dans l'Audeux

Si une pollution par les pesticides PPP est avérée sur l'ensemble du linéaire (un peu moins à la source), concomitamment, une contamination par d'autres substances micropolluantes aux origines non agricoles (i.e. domestiques *lato sensu* et industrielles) est constatée à la source et en fermeture de bassin du Cusancin. Les investigations 2024 ont démontré par ailleurs la pollution chronique de l'Audeux par le formaldéhyde (contamination ou dégradation de matière organique issue des ZH apicales ?).

Les efforts analytiques étant disparates, il est délicat d'en conclure quant à une hiérarchisation des niveaux de pollution entre stations. En revanche, la nature des substances quantifiées diffère fortement entre la source et la fermeture, indiquant donc très vraisemblablement des origines de contaminations elles-mêmes différentes (rejet(s) en plateau et possiblement STEU de Pont-les-Moulins).

	Paramètre	Nb quantif. 2021	Concentration moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantif. 2022	Concentration moyenne 2022 (µg/L)	Nb quantif. 2023	Concentration moyenne 2023 (µg/L)	Nb quantif. 2024	Concentration moyenne 2024 (µg/L)
BSS001JKSG	COV								
	Xylène-méta			1	0,2200				
	Xylène-ortho			1	0,2100				
	Xylène-para			1	0,2200				
	Total COV			3	0,217				
	HAP								
	Benzo(g,h,i)pérylène			1	0,0010				
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène			1	0,0008				
	Total HAP			2	0,001				
	Médicament								
	Cafeine	1	0,086						
	Carbamazepine	1	0,025						
	Hydrochlorothiazide	1	0,017						
	Irbesartan	1	0,018						
	Metformine	2	0,01335	2	0,0102			1	0,006
	Oxazepam	1	0,015						
	Tramadol	1	0,007						
	Total Médicaments	8	0,024	2	0,010			1	0,006
	Phtalates								
	Di(2-ethylhexyl)phtalate					1	1,3700		
	n-Butyl Phtalate			2	0,1300	1	0,0800		
	Total Phtalates			2	0,130	1,450	0,725		
	Autres MPO								
	4-tert-butylphénol			1	0,0150				
	Bisphenol A	1	0,023					1	0,142
	Ranitidine							1	0,016
	Total Autres MPO	1	0,023	1	0,015			2	0,079
6462700	Autres MPO								
	Phosphate de tributyle	1	0,005						
6438710	Total Autres MPO	1	0,005						
	Autres MPO								
	Phosphate de tributyle	1	0,008						
	Total Autres MPO	1	0,008						

Tableau 22. Nombre de quantifications positives et concentration moyenne annuelle en micropolluants dissous (hors pesticides) lors des analyses depuis 2021 dans le Cusancin (hors fermeture de bassin).

	Paramètre	Nb quantif. 2022	Concentration moyenne 2022 (µg/L)
6462950	COV		
	Xylène-ortho	1	0,051
	Total COV	1	0,051
	HAP		
	Benzo(a)anthracène	1	0,0011
	Benzo(a)pyrène	2	0,0020
	Benzo(b)fluoranthène	2	0,0015
	Benzo(g,h,i)pérylène	2	0,0015
	Benzo(k)fluoranthène	2	0,0008
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	3	0,0010
	Naphtalène	2	0,0115
	Total HAP	14	0,003
	Médicaments		
	1,7-Dimethylxanthine	2	0,0740
	Caféine	2	0,0945
	Cotinine	3	0,0117
	Irbesartan	2	0,0075
	Metformine	12	0,0680
	Nicotine	3	0,3777
	Paracetamol	2	0,0415
	Trimethoprim	2	0,0155
	Total Médicaments	28	0,088
	PFAS		
	Acide sulfonique de perfluorobutane	1	0,004
	Total PFAS	1	0,004
	Autres MPO		
	4-tert-butylphénol	4	0,0193
	Bisphenol A	1	0,0220
	Bisphenol S	1	0,0350
	Dibutylétain cation	2	0,0006
	Monobutylétain cation	5	0,1088
	Monooctylétain cation	2	0,0008
	N-Butylbenzenesulfonamide	3	0,2447
	Nitrophénol-2	1	0,0260
	Tolyltriazole	1	0,0050
	Total Autres MPO	20	0,072

Tableau 23. Nombre de quantifications positives et concentration moyenne annuelle en micropolluants dissous (hors pesticides) lors des analyses depuis 2021 en fermeture de bassin du Cusancin.

Support sédiment

		6462700	6438710	6462950	6004115
2022	Nombre de substances quantifiées			13	
	Nombre de substances recherchées	0	0	312	0
2023	Nombre de substances quantifiées				
	Nombre de substances recherchées	0	0	0	0
2024	Nombre de substances quantifiées				12
	Nombre de substances recherchées	0	0	0	101

Tableau 24. Efforts analytiques et niveaux de contamination du Cusancin et de l'Audeux par les micropolluants adsorbés (hors pesticides) depuis 2022.

	Libellé Paramètre	Nb quantif. 2021	Concentration moyenne 2021 (µg/kg MS)	Nb quantif. 2022	Concentration moyenne 2022 (µg/kg MS)
6462700	HAP				
	Anthracène	1	117		
	Benzo(a)anthracène	1	312		
	Benzo(a)pyrène	1	257		
	Benzo(b)fluoranthène	1	211		
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	145		
	Benzo(k)fluoranthène	1	117		
	Chrysène	1	513		
	Dibenzo(a,h)anthracène	1	57		
	Fluoranthène	1	765		
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	134		
	Phénanthrène	1	273		
	Pyrène	1	548		
	Total HAP	12	287,42		
6438710	Autres MPO				
	4-nonylphenols ramifiés	1	382		
	Total Autres MPO	1	382		
6462950	HAP				
	Benzo(a)anthracène	1	129		
	Benzo(a)pyrène	1	122		
	Benzo(b)fluoranthène	1	101		
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	77		
	Benzo(k)fluoranthène	1	52		
	Chrysène	1	192		
	Dibenzo(a,h)anthracène	1	25		
	Fluoranthène	1	291		
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	65		
	Phénanthrène	1	93		
	Pyrène	1	208		
	Total HAP	11	123,18		
	Autres MPO				
6462950	4-nonylphenols ramifiés	1	556		
	Total Autres MPO	1	556		
	HAP				
	Benzo(a)anthracène			1	27,0
	Benzo(a)pyrène			1	32,0
	Benzo(b)fluoranthène			1	39,0
	Benzo(e)pyrène			1	20,7
	Benzo(g,h,i)pérylène			1	18,0
	Benzo(k)fluoranthène			1	15,0
	Chrysène			1	22,0
	Fluoranthène			1	43,0
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène			1	17,0
	Pérylène			1	60,0
	Phénanthrène			1	14,0
	Pyrène			1	37,0
	Total HAP			12	28,725
	Autres MPO				
	Méthylphénol-4			1	22
	Total Autres MPO			1	22

Tableau 25. Nombre de quantifications positives et concentration moyenne annuelle en micropolluants adsorbés (hors pesticides) lors des analyses depuis 2021 dans le Cusancin.

Les sédiments du Cusancin sont contaminés principalement par des HAP. Leurs origines peuvent être multiples, dont via des contaminations atmosphériques diffuses (e.g. chauffage au bois) reconnues pour être notoirement élevées dans le massif du Jura. Les plus fortes concentrations à l'amont sont possiblement le résultat de lessivages des plateaux via les résurgences karstiques apicales.

On note la contamination conjointe des sédiments par les nonylphénols, substances tensio-actives aux multiples usages industriels et domestiques, soulignant une nouvelle fois l'importance de ce type de pression sur la qualité du Cusancin.

	Libellé Paramètre	Nb quantif. 2024	Concentration moyenne 2024 (µg/kg MS)
6004115	HAP		
	Anthracène	1	3,6
	Benzo(a)anthracène	1	16,7
	Benzo(a)pyrène	1	23,7
	Benzo(b)fluoranthène	1	19,3
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	15,3
	Benzo(k)fluoranthène	1	9,9
	Chrysène	1	21,7
	Dibenzo(a,h)anthracène	1	3,9
	Fluoranthène	1	32,5
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	15,3
	Phénanthrène	1	9,8
	Pyrène	1	28,7
	Total HAP	12	16,7

Tableau 26. Nombre de quantifications positives et concentration moyenne annuelle en micropolluants adsorbés (hors pesticides) lors des analyses en 2024 sur l'Audeux.

3. Métaux lourds

Les métaux lourds n'ont pas été suivis en 2023 et 2024 sur l'eau, les sédiments ou les bryophytes. Il s'agit donc ici d'une présentation des dernières données disponibles en 2022.

Support eau

			6462950	BSS001JKSG
ETM	NQE	LQ	2022	2022
Arsenic	0,83	0,05	0,258	0,245
Cadmium	0,15	0,01	0,011	0,012
Chrome	3,4	0,5	<LQ	<LQ
Cuivre	1	0,1	0,49	0,495
Mercure	0,07	0,01	<LQ	<LQ
Nickel	4	0,5	0,7	0,65
Plomb	1,2	0,05	0,08	<LQ
Zinc	7,8	1	8,37	<LQ

Tableau 27. Concentration moyenne annuelle en ETM dissous en 2022 (µg/l). Couleurs selon (non-)dépassement de la LQ (bleu/vert) et de la NQE (vert/rouge).

Les teneurs en arsenic, cuivre et nickel sont relativement faibles et comparables entre la source et la fermeture de bassin. En revanche, cette dernière s'avère significativement polluée en 2022 par du zinc, où la concentration moyenne annuelle dépasse sa NQE.

Il est délicat de trancher quant à l'origine exacte de cette pollution par le zinc, mais on remarque qu'elle coïncide avec une pression domestique émanant vraisemblablement de Pont-les-Moulins. Une réactualisation de cette information serait pertinente.

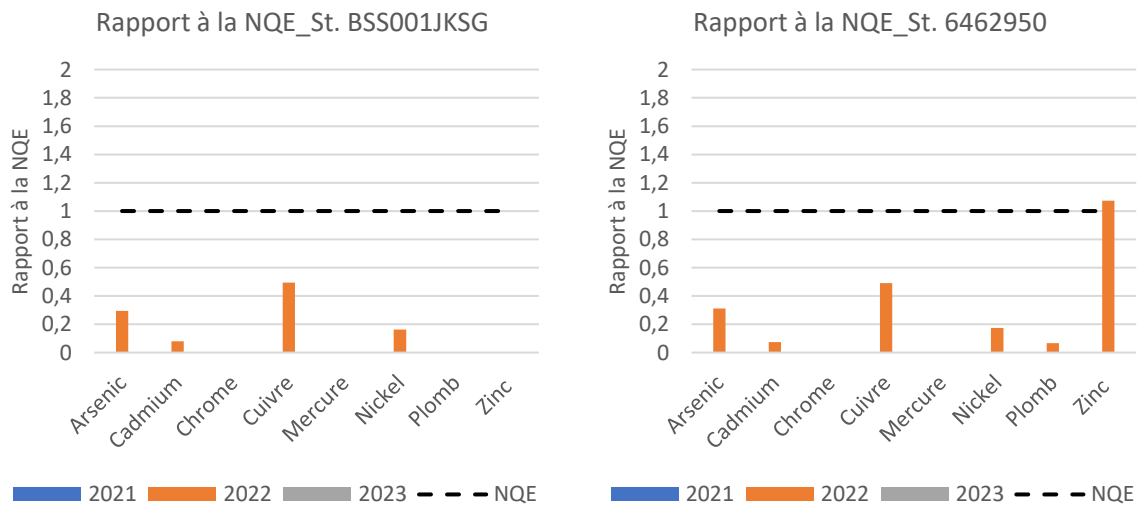


Figure 35. Rapport des teneurs moyennes 2022 en ETM avec les NQE respectives.

Support sédiments

		6462950
ETM	Seuil BE/EMO	2022
Arsenic	9,8	9,2
Cadmium	1	0,3
Chrome	43	38,2
Cuivre	31	5,3
Mercure	0,2	0,02
Nickel	22	15,4
Plomb	35	9,6
Zinc	120	47
Etain		1

Tableau 28. Concentrations en ETM adsorbés en fermeture du Cusancin (mg/Kg MS). Couleurs = SEQ-Eau V2.

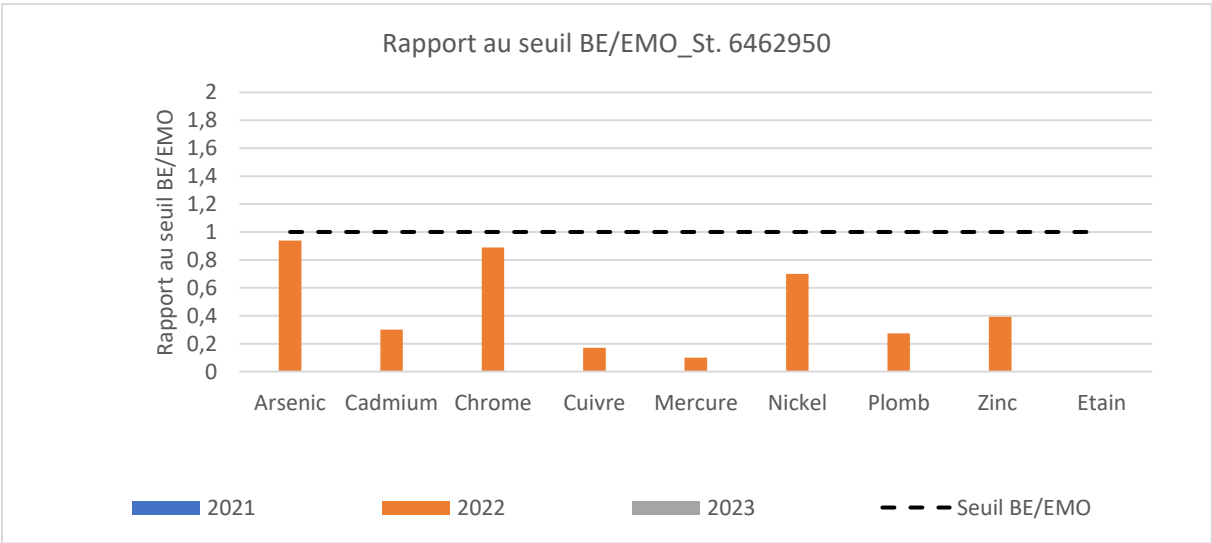


Figure 36. Profil de contamination sédimentaire du Cusancin (rapports au seuil bon/moyen du SEQ Eau).

Le sédiment est légèrement pollué à la fois par l'arsenic (part naturelle/anthropique ?) et le chrome, secondairement par le nickel, au moins en fermeture du bassin du Cusancin. On remarque que le profil de contamination sédimentaire en fermeture de bassin diffère sensiblement du profil mis en évidence ci-avant pour les formes dissous, mais plutôt similaire à celui mis en évidence ci-après par les bio-accumulations bryophytiques.

Support bryophytes

	6438710	6462700	6462950
ETM	2021	2021	2021
Arsenic	1,56	1,52	1,52
Cadmium	0,15	0,14	0,14
Chrome	2,72	4,07	4,07
Cuivre	3,68	6,01	6,01
Mercure	<LQ	<LQ	<LQ
Nickel	3,07	4,34	4,34
Plomb	1,31	1,52	1,52
Zinc	37,8	27,7	27,7
Etain	<LQ	<LQ	<LQ

Tableau 29. Concentrations en ETM bio-accumulés dans les bryophytes en 2021 (mg/Kg MS). Couleurs : SEQ-Eau.

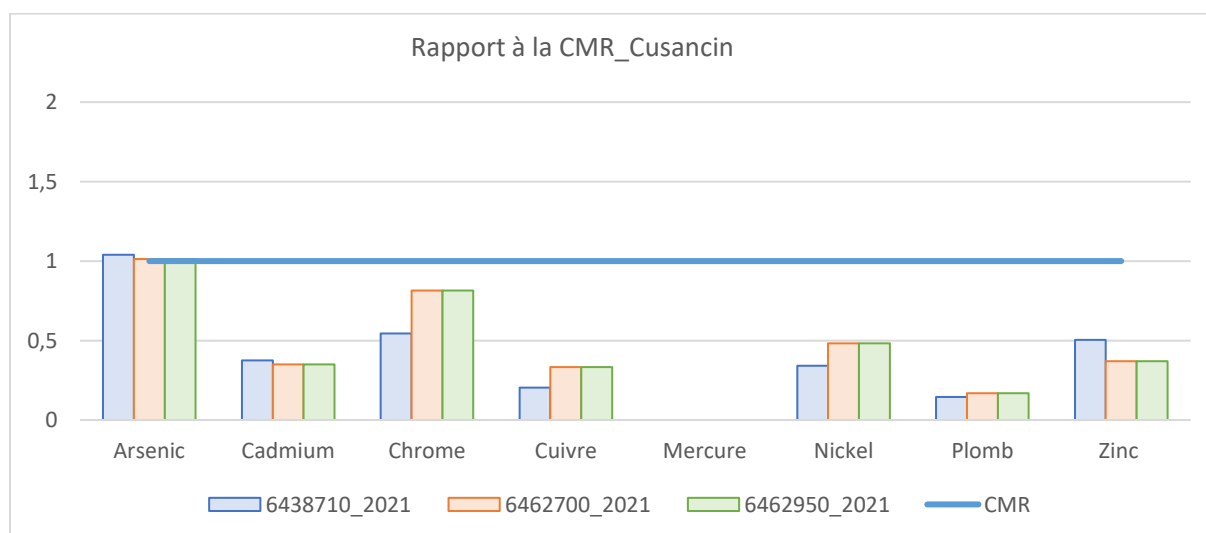


Figure 37. Rapport des teneurs 2021 en ETM bio-accumulés dans les bryophytes avec les CMR (concentration métallique repère) respectives.

Les suspicions de légères contaminations par le chrome, nickel et zinc observé en 2022 via les sédiments en fermeture de bassin trouve ici un écho dans les bryophytes échantillonnés en 2021 sur l'ensemble du linéaire. Il s'agirait donc là d'une contamination particulièrement diffuse et à bas bruit du cours d'eau (origine domestique/industrielle dès les sources ?).

Le cas particulier de l'arsenic est à prendre avec précaution, la sévérité du seuil et la part d'origine géochimique étant à préciser pour cet ETM.

F. Hydrobiologie

1. Diatomées

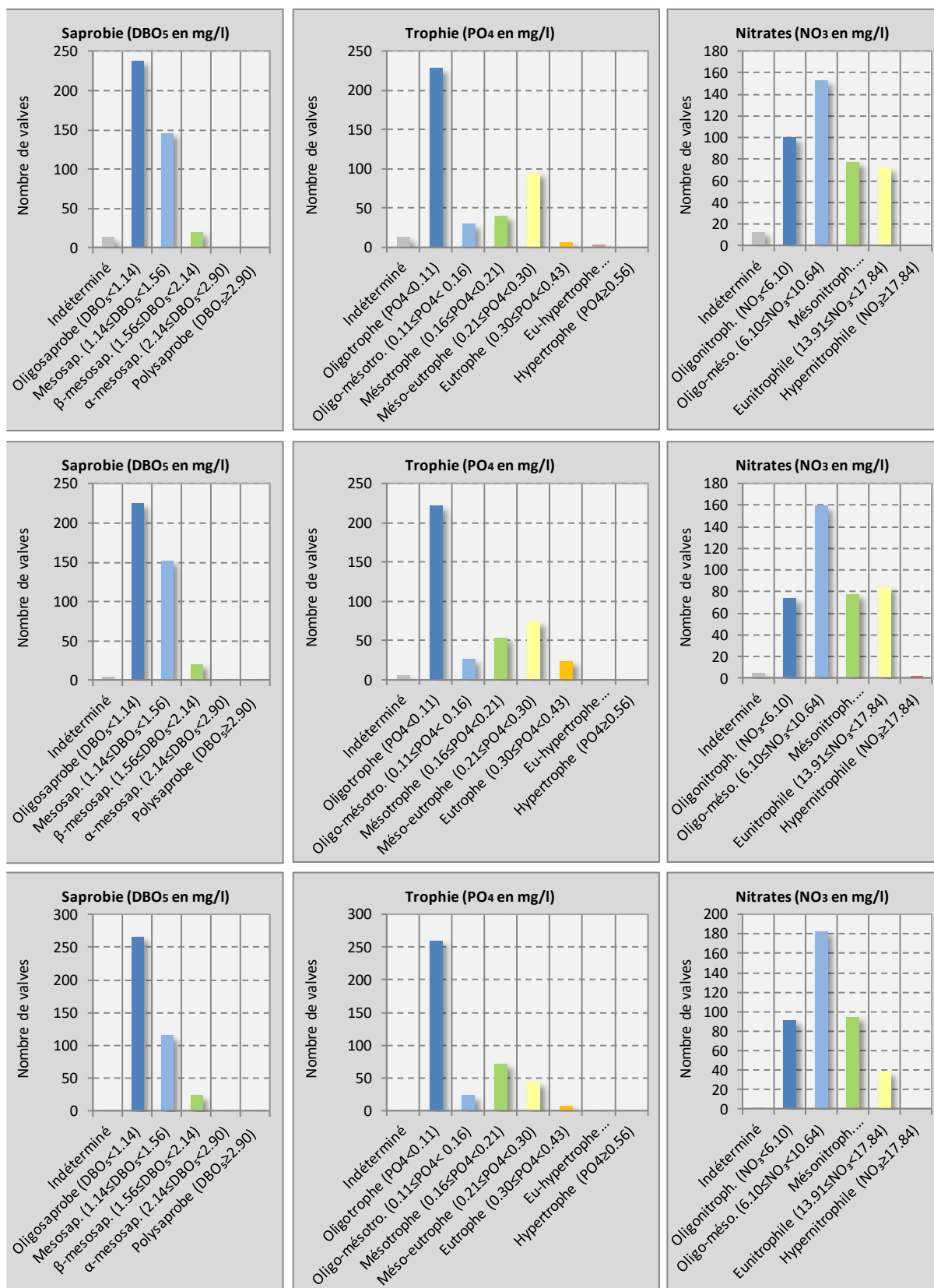


Figure 38. Profils de sensibilité des communautés diatomiques en 2024 aux paramètres DBO5, PO4 et NO3 dans les stations patrimoniales du Cusancin à Guillon-les-Bains (en haut), de Pont-les-Moulins (au milieu) et de l'Audeux (en bas).

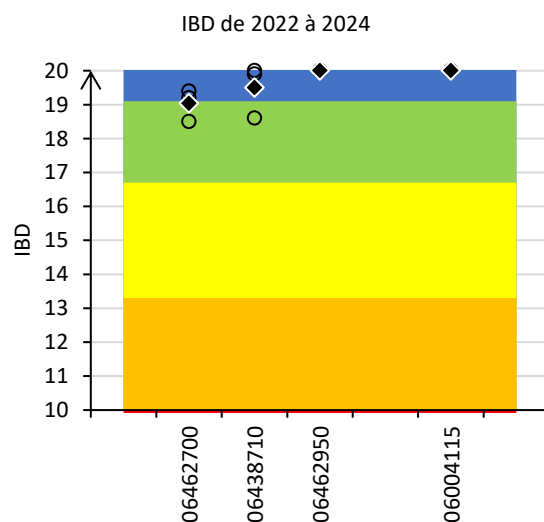


Figure 39. Valeurs de l'IBD (classes d'état DCE).

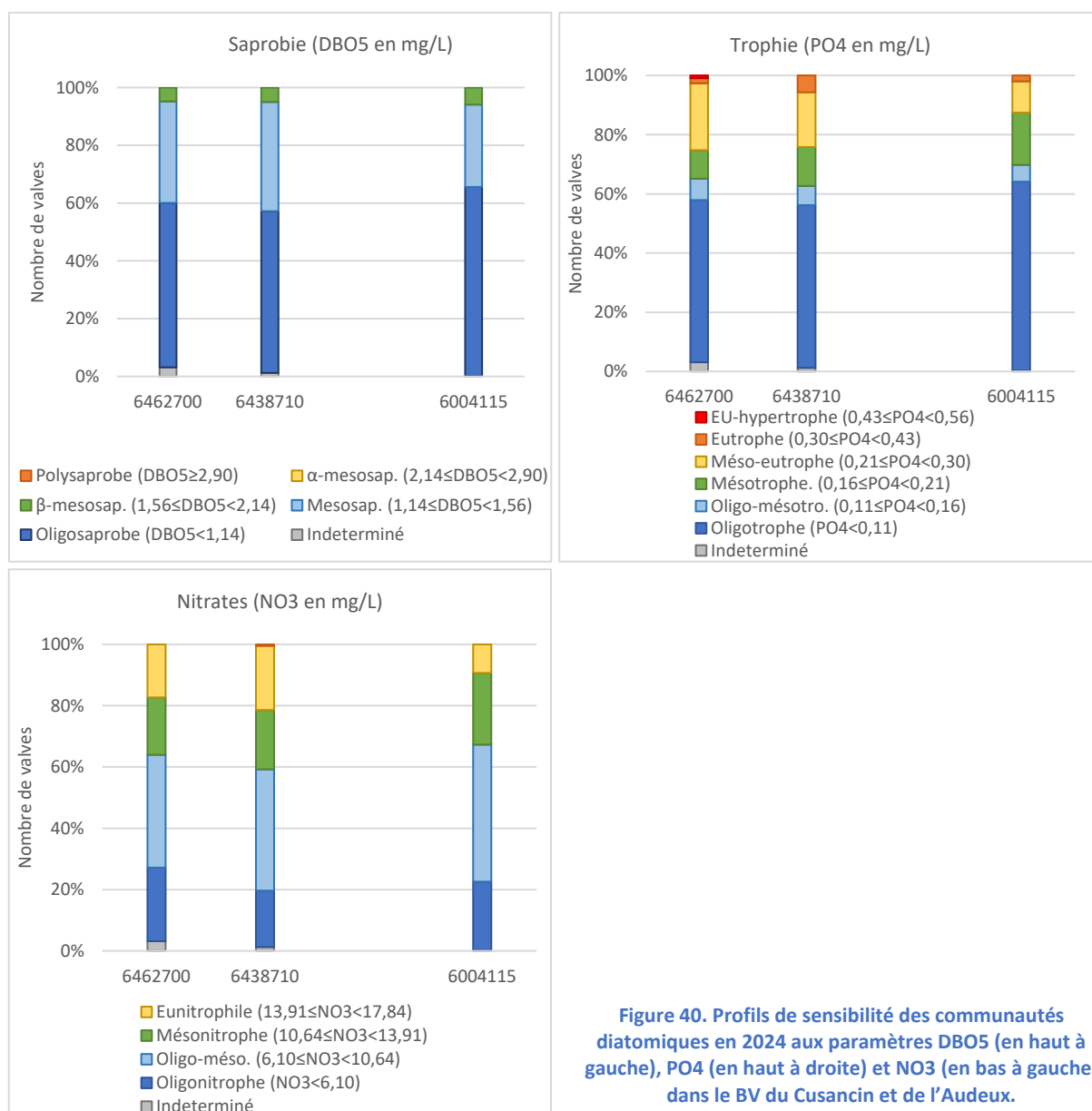


Figure 40. Profils de sensibilité des communautés diatomiques en 2024 aux paramètres DBO5 (en haut à gauche), PO4 (en haut à droite) et NO3 (en bas à gauche) dans le BV du Cusancin et de l'Audeux.

La qualité diatomique du Cusancin est (modérément) altérée dans sa partie apicale, avec une affinité légèrement accrue de cette micro-flore benthique pour les nitrates et phosphates. Une amélioration progressive de la qualité diatomique est ensuite observée le long du linéaire du Cusancin.

Ces observations s’inscrivent ainsi en cohérence avec le diagnostic d’une pollution diffuse et élevée par les nitrates, encore plus affirmée et combinée à une dystrophie phosphorée modérée mais chronique dans la partie amont du linéaire du Cusancin.

La qualité diatomique de la station de l’Audeux s’avère pour sa part préservée.

2. Macro-invertébrés

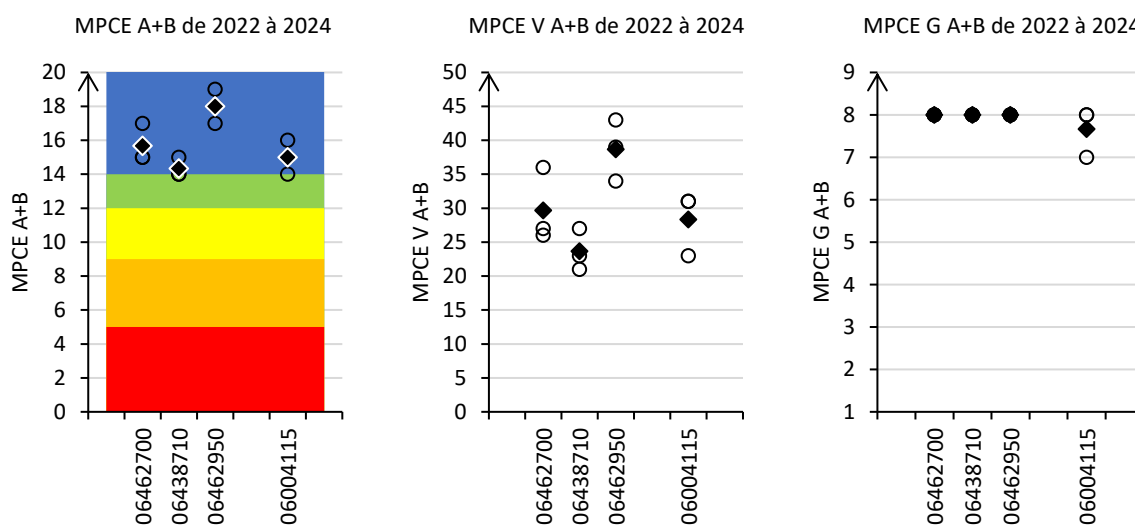


Figure 41. IBG-DCE et métriques associées (variété et rang du groupe indicateur) au cours de ces 3 dernières années.

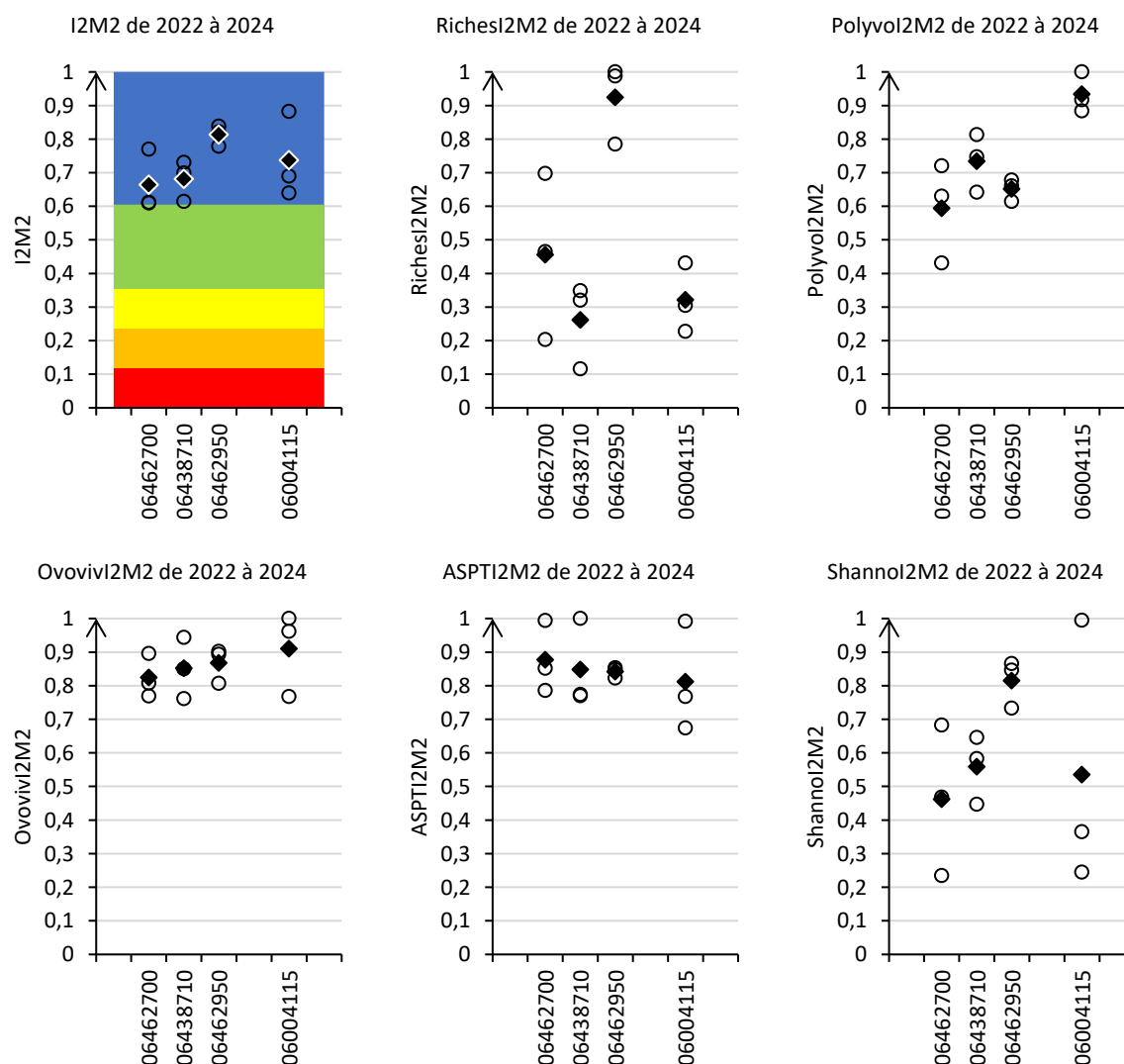


Figure 42. I2M2 et métriques élémentaires associées au cours de ces 3 dernières années. Losange = moyenne.

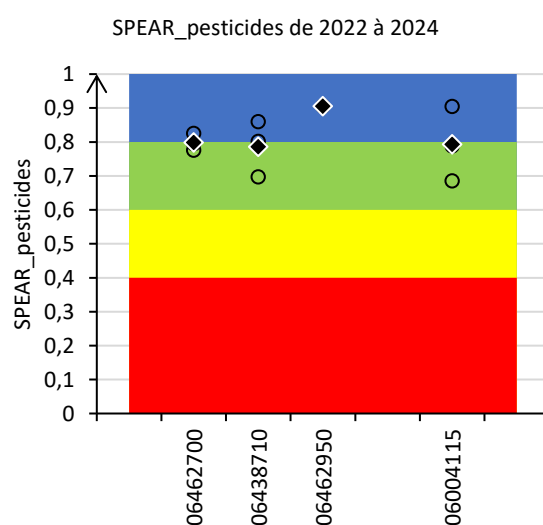


Figure 43. Valeurs de l'indice SPEAR pesticide des communautés macrobenthiques du Cusancin et de l'Audeux ces 3 dernières années (2022-2024). Les classes de qualités sont celles relatives à l'indice *sensu stricto*, i.e. indépendant des états DCE.

Globalement, les indices macrobenthiques (MPCE, I2M2 et SPEAR) convergent pour indiquer une qualité des peuplements non optimale au niveau apical, qui tend à partiellement s'améliorer longitudinalement. Comparativement, l'état macrobentique de l'Audeux est globalement similaire à ce qui est observé dans la partie amont du Cusancin.

Toutefois, ce constat global obéit à des dynamiques multiples et parfois opposées selon les métriques considérées. Ainsi, on constate une forte augmentation de la diversité taxonomique concomitante à un moindre taux de polyvoltinisme et d'ovoviviparité et un meilleur équilibre des populations le long du linéaire. Cette observation est possiblement la conséquence d'un accroissement de la fréquence de blooms algaux colmatant les fonds, combinée à un glissement typologique plus favorable à l'installation de nouveaux taxons (non nécessairement sensibles, la valeur de l'ASPT décroissant légèrement).

Ceci s'inscrirait en cohérence avec l'étude OFB de 2020, recoupant elle-même l'étude de diagnostic global de 2012 : recouvrement plus fort à l'amont du Cusancin en début de saison quand *Vaucheria* se développe, compensé en aval en période estivale par la présence de *Cladophora*.

Les caractéristiques de la communauté macrobenthique de la station de l'Audeux indiquent aussi des dysfonctionnements relativement marqués, principalement en lien avec une carence en diversité de taxons et un déséquilibre des populations en place (problématique diversité des micro-habitats disponibles ?).

L'outil SPEAR indique pour sa part une pression modérée mais récurrente par les micropolluants s'exerçant de façon diffuse dans le BV, un peu moins en fermeture de bassin.

Station	Date	MPCE (/20)	VT	GI
REMOUS barrage des Pipes	18/07/24	15	25	8

Tableau 30. Valeurs du MPCE (=IBG-DCE), de la variété taxonomique type IBGN (VT) et du rang du groupe indicateur (GI) de la station complémentaire « Amont remous » du barrage des Pipes.

Station	Date	I2M2 (/1)	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse
REMOUS barrage des Pipes	18/07/24	0,641	0,625	0,655	0,628	0,775	0,465

Tableau 31. Valeurs de l'I2M2 (classes d'état selon le référentiel DCE – arrêté du 09/10/2023), de ses 5 métriques élémentaires de la station complémentaire « Amont remous » du barrage des Pipes.

Les investigations macrobenthiques réalisées en 2024 dans le cadre de l'état initial avant arasement du barrage des Pipes en fermeture de bassin du Cusancin, dans l'emprise du remous (i.e. quelques centaines de mètres en aval des échantillonnages macrobenthiques de la station RCS), témoignent de l'impact localisé de cet ouvrage dans la partie distale de ce cours d'eau : diminution de près de la moitié de la richesse taxonomique, engendrant une altération relative des autres métriques (sans remise en cause de la sensibilité globale des peuplements). Le suivi post-effacement devrait donc permettre d'évaluer dans quelle mesure la qualité de la station RCS puisse désormais s'exporter jusqu'à la confluence avec le Doubs.

3. Poissons

Station 06462700 - CUSANCIN A GUILLON-LES-BAINS 2

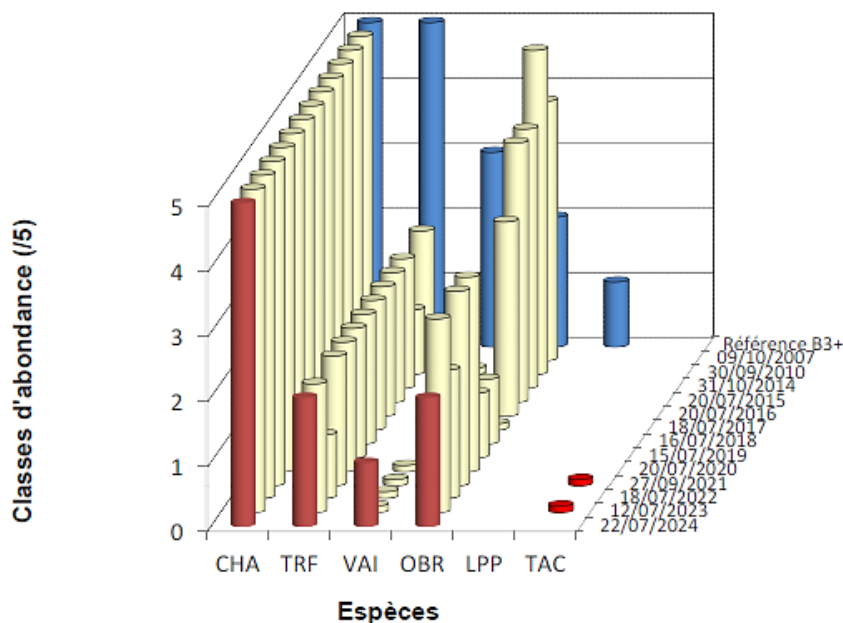


Figure 44. Comparaison entre référentiel typologique (bleu) et données historiques (jaune) et actuelles (rouge) au niveau de la station patrimoniale à Guillon-les-Bains (extrait fiche station réalisée par la Fédération de Pêche du Doubs).

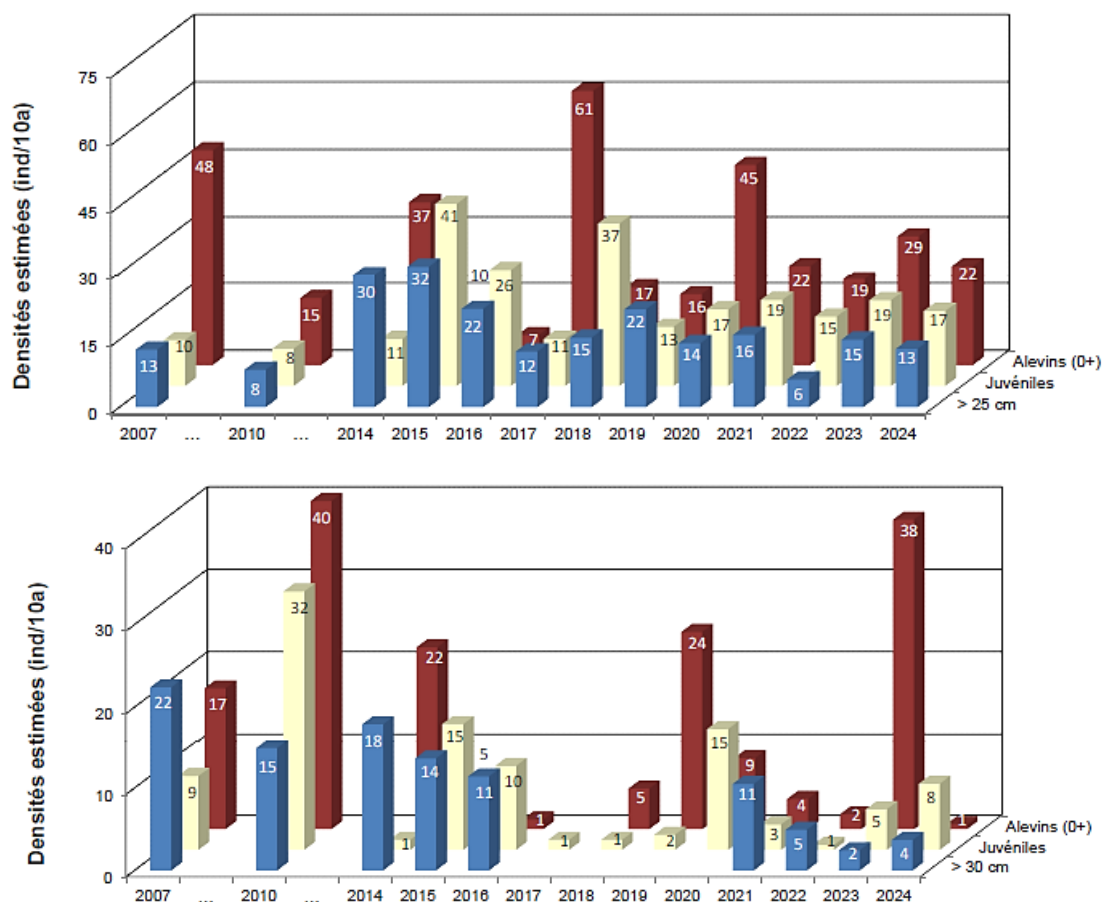


Figure 45. Evolution de la structuration de la population en truites (en haut) et de la population en ombres (en bas) au niveau de la station 06462700.

Les inventaires piscicoles (menés dans le cadre du réseau fédéral de suivi piscicole du Doubs) ont mis en évidence un peuplement conforme à la référence d'un point de vue qualitatif, mais il présente toujours en net déficit quantitatif pour les salmonidés : après une nette chute en 2022, la situation de la truite fario retrouve son niveau préalable mais, malgré cette progression, son abondance globale reste fortement déficitaire comme c'est le cas depuis le début des suivis.

La biomasse de l'ombre commun se stabilise pour sa part à un niveau très moyen depuis 5 ans. Une progression notable est toutefois constatée en 2024 avec plusieurs cohortes représentées, notamment des juvéniles 1+ (bon recrutement 2023). Le recrutement 2024 est en revanche très faible (un seul alevin capturé).

Le chabot conserve une population abondante mais qui est en constante diminution. Elle atteint aujourd'hui un niveau plancher pour la première fois depuis 2007. Le vairon est capturé pour la 5^{ème} année consécutive et voit son abondance progresser alors que la lamproie est inexistante (absence de zones de dépôts sur la station) malgré une présence historique sur ce tronçon.

In fine, l'état de conservation du peuplement piscicole dans cette station est jugé comme étant globalement un état médiocre, récurrent.

Station 06438710 - CUSANCIN A PONT LES MOULINS 4

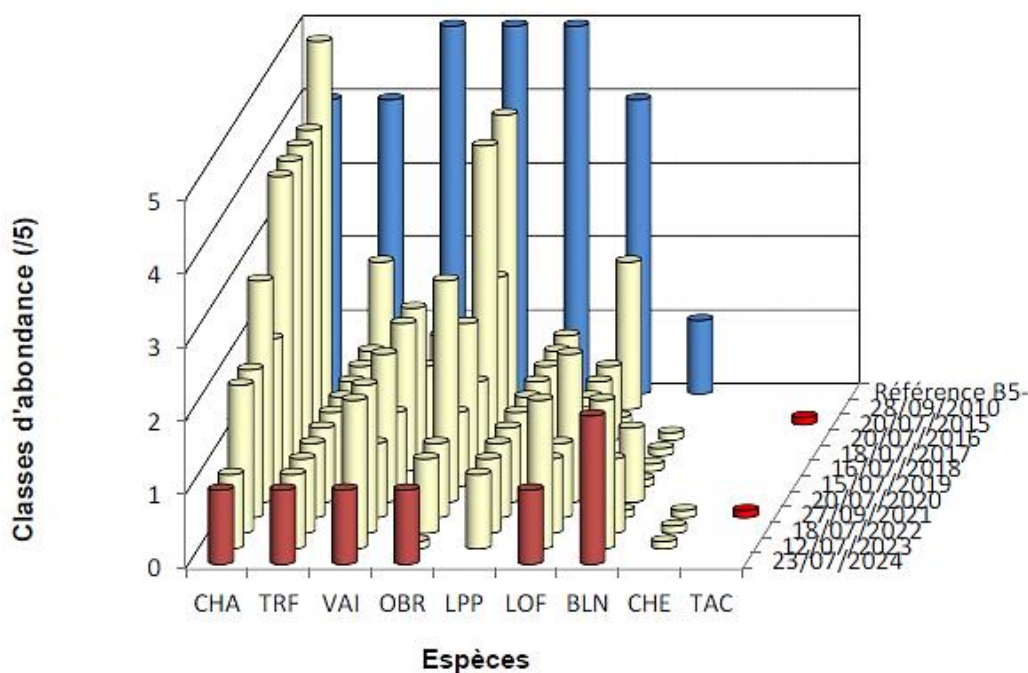


Figure 46. Comparaison entre référentiel typologique (bleu) et données historiques (jaune) et actuelles (rouge) au niveau de la station patrimoniale à Pont-les-Moulins (extrait fiche station réalisée par la Fédération de Pêche du Doubs).

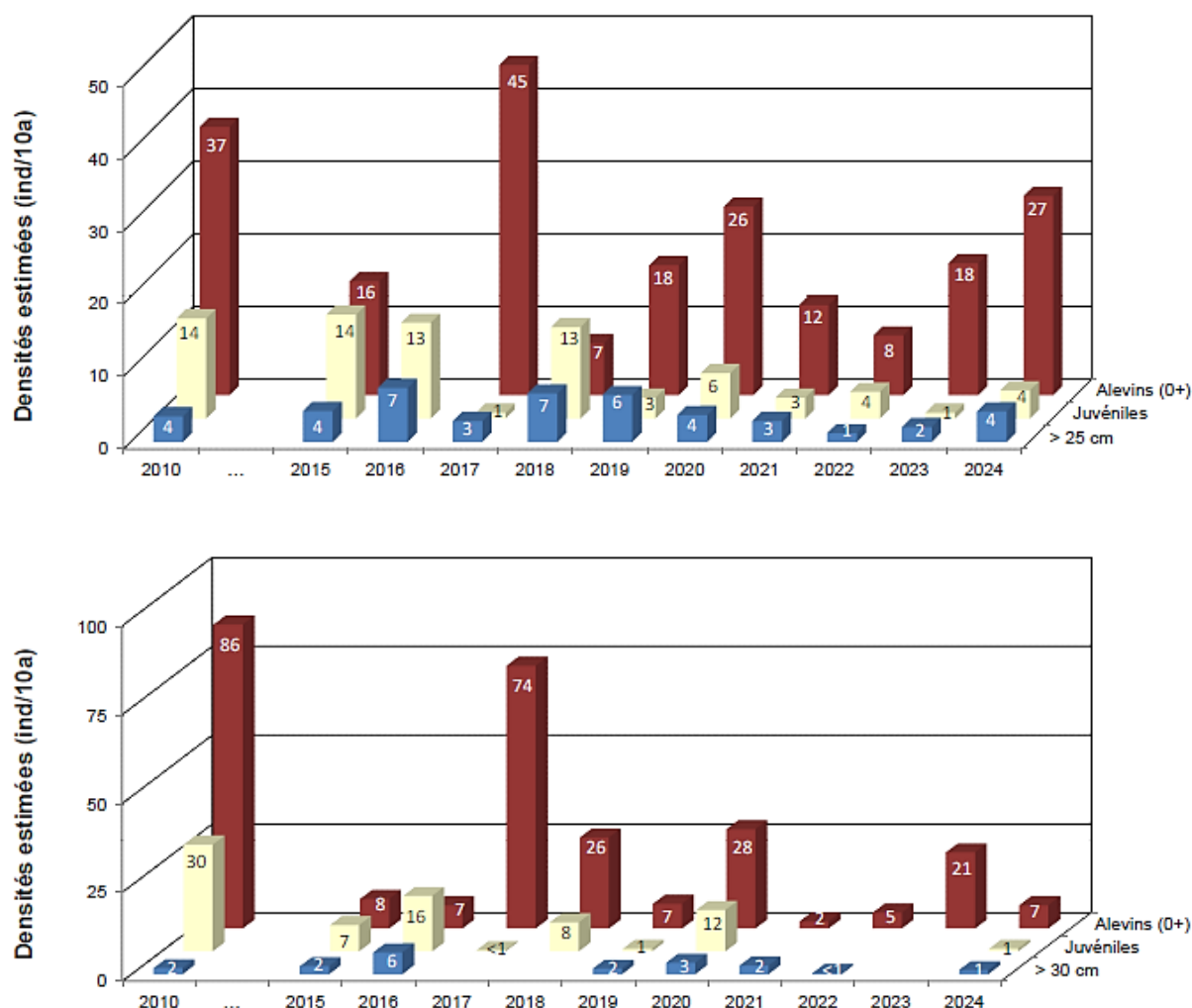


Figure 47. Evolution de la structuration de la population en truites (en haut) et de la population en ombres (en bas) au niveau de la station 06438710.

Jugé comme médiocre dans sa partie amont, le peuplement piscicole du Cusancin est jugé comme étant encore davantage dégradé dans sa partie aval avec un très mauvais état de conservation.

Les peuplements sont conformes à la référence d'un point de vue qualitatif, mais la quasi-totalité des espèces montre des déficits quantitatifs très sévères.

Tous les écostades de truite fario ne sont représentés qu'à des abondances excessivement faibles, au plus bas en 2023. La situation de l'ombre commun, déjà passablement détériorée depuis plusieurs années, reste critique. Toutefois, plusieurs écostades, de l'alevin au géniteur, sont présents en 2024, ce qui n'avait plus été le cas depuis 2020.

Les espèces accompagnatrices sont toutes dans des abondances déficitaires voire très déficitaires, sans évolution notable. Celles à affinité apicale (chabot) chutent continuellement depuis le début des suivis, tandis que celles à affinité plus basale (loche franche, blageon) semblent progresser quelques peu (glissement typologique ?). Pour la première fois, la lamproie de Planer n'a pas été capturée en 2024.

Station remous du Barrage des Pipes (avant arasement)

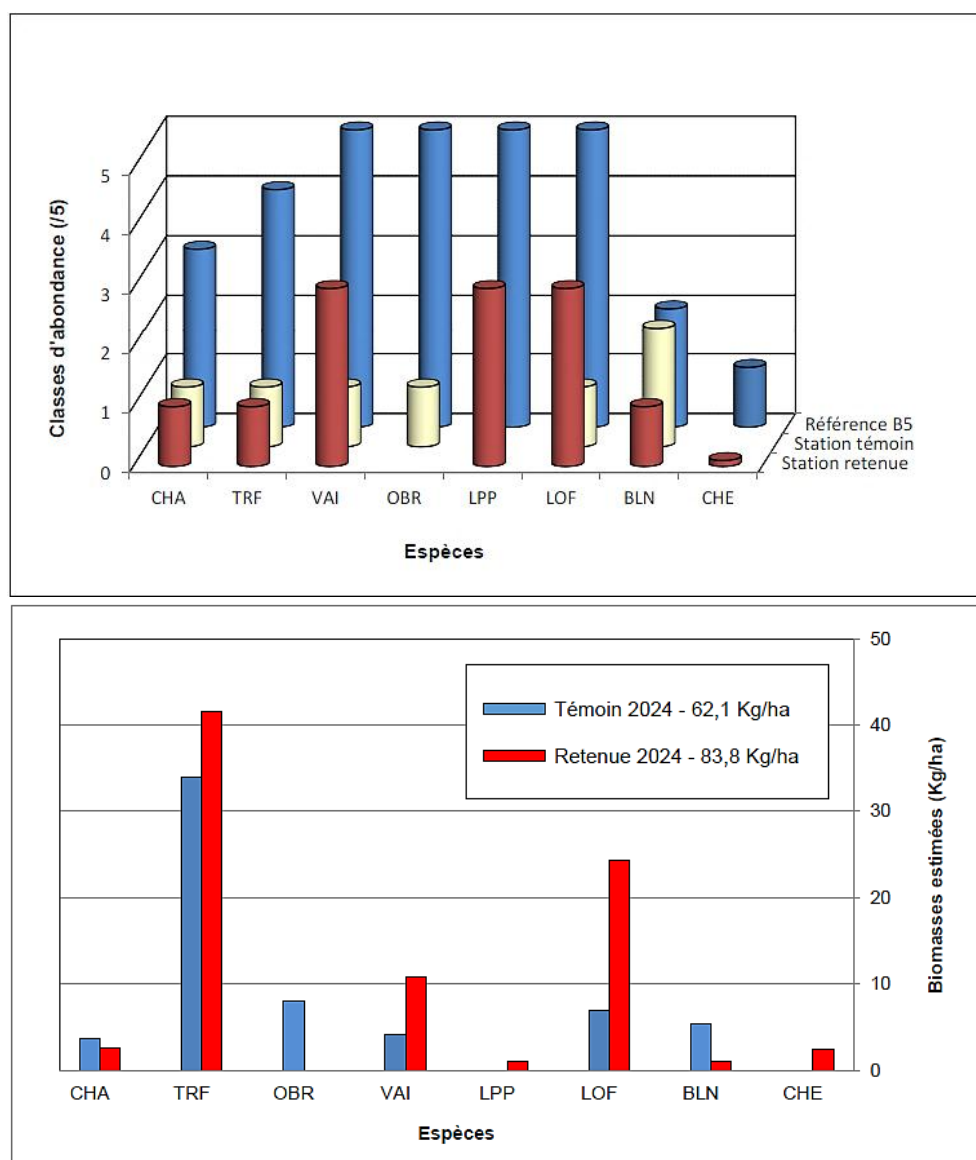


Figure 48. Comparaison entre la station témoin PONT-LES-MOULINS et la station REMOUS AMONT des classes d'abondances et comparaison avec les peuplements théoriques (en haut) et évolution des biomasses piscicoles (en bas).

La station REMOUS ne présente que peu de différence avec la station de PONT-LES MOULINS, malgré leurs différences morphologiques : le peuplement observé, même si globalement conforme d'un point de vue qualitatif, est extrêmement dégradé en ce qui concerne les abondances spécifiques.

Pour cette raison, il n'est présentement pas possible de conclure à l'influence significative de la retenue du barrage sur la qualité piscicole de la station REMOUS.

Au vu de cette situation déjà initialement très détériorée (au niveau du remous comme bien plus à l'amont), il sera difficile de mettre en évidence une évolution liée aux modifications morphologiques du cours d'eau. En revanche, il est possible que l'arasement du barrage puisse démontrer, lors des suivis post-travaux du rétablissement de la continuité écologique, une remontaison d'autres espèces présentes en aval direct de la retenue, notamment à la faveur de la proximité du Doubs.

G. Conclusion

Malgré un classement en « bon état écologique » selon l'approche DCE, le BV du Cusancin présente des dysfonctionnements avérés, notamment physico-chimiques :

- Dystrophie phosphorée globalement modérée mais chronique et davantage affirmée dans la partie apicale du Cusancin ;
- Une contamination (faible) par les nitrites et ammonium qui opère le long des linéaires du Cusancin et de l'Audeux, mais absente au niveau des sources Noire et Bleue ;
- Pollution par les nitrates élevée (dans les 20% les plus élevés du bassin hydrographique du Doubs), chronique, et diffuse bien qu'un peu plus affirmée au niveau de la partie apicale du Cusancin ;
- Une contamination du milieu par les substances médicamenteuses et autres micropolluants (hors PPP), voire les ETM (zinc dissous), de la source à la fermeture de bassin ;
- Une contamination diffuse par des herbicides (plateaux environnants).

Sur le plan hydrobiologique ceci se traduit par :

- Une altération de la micro-flore benthique dans la partie apicale du Cusancin, où concomitamment le macrobenthos s'y avère pour sa part impacté vraisemblablement par la récurrence de blooms algaux ;
- Une absence globale des macro-invertébrés les plus sensibles et de faibles diversités taxonomiques, ainsi que des états de conservations piscicoles particulièrement dégradés, ceci sur l'ensemble du BV et de façon encore plus accrue en fermeture de bassin (vers un glissement typologique ?).

Ces observations sont la conséquence de pressions multiples, concomitantes et plus ou moins localisées/diffuses :

- Pollution agricole émanant des plateaux environnants (avec notamment des marqueurs « grandes cultures » : teneurs en nitrates plus élevées, contaminations par les PPP) intégrée de façon diffuse par les réseaux karstiques alimentant le linéaire du Cusancin (plutôt que le vaste bassin hydrogéologique) ;
- Pollutions domestiques *lato sensu* émanant du BV hydrogéologique du Cusancin, intégrées dès les sources et donc non directement traçables précisément. Le rejet domestique issu de la STEP de Pont-les-Moulins est par ailleurs aussi identifié en terme d'incidence sur la qualité de l'eau de la partie aval du Cusancin.

Malgré les évolutions hydro-climatiques de plus en plus prégnantes (vers un glissement typologique), et malgré la mutation de plus en plus intensive de l'activité agricole sur les plateaux environnants, il n'est pas constaté de rupture significative ces chroniques en matières nutritives.

III. Le Dessoubre et la Réverotte

A. Localisation

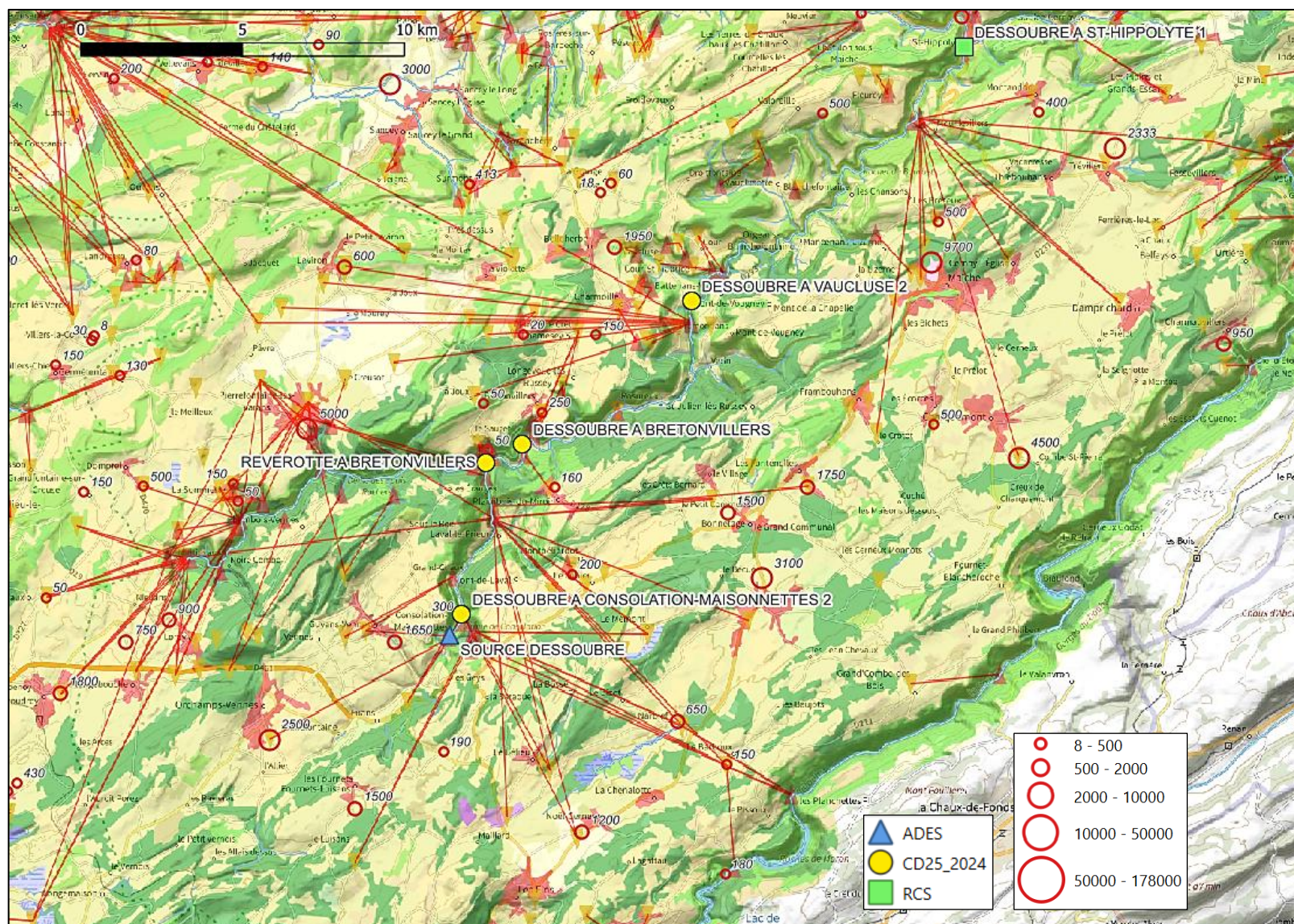
Libellé station	Code
SOURCE DU DESSOUBRE [ADES]	BSS001KYCE
DESSOUBRE A CONSOLATION-MAISONNETTES 2 [réseau patrimonial]	6020401
DESSOUBRE A BRETONVILLERS [réseau patrimonial]	6020460
DESSOUBRE A VAUCLUSE 2 [réseau patrimonial]	6017995
DESSOUBRE A ST-HIPPOLYTE 1 [RCS]	6020500
REVEROTTE A BRETONVILLERS [réseau patrimonial]	6020450

Tableau 32. Stations récurrentes pour le suivi de la qualité hydro-écologique du Dessoubre.

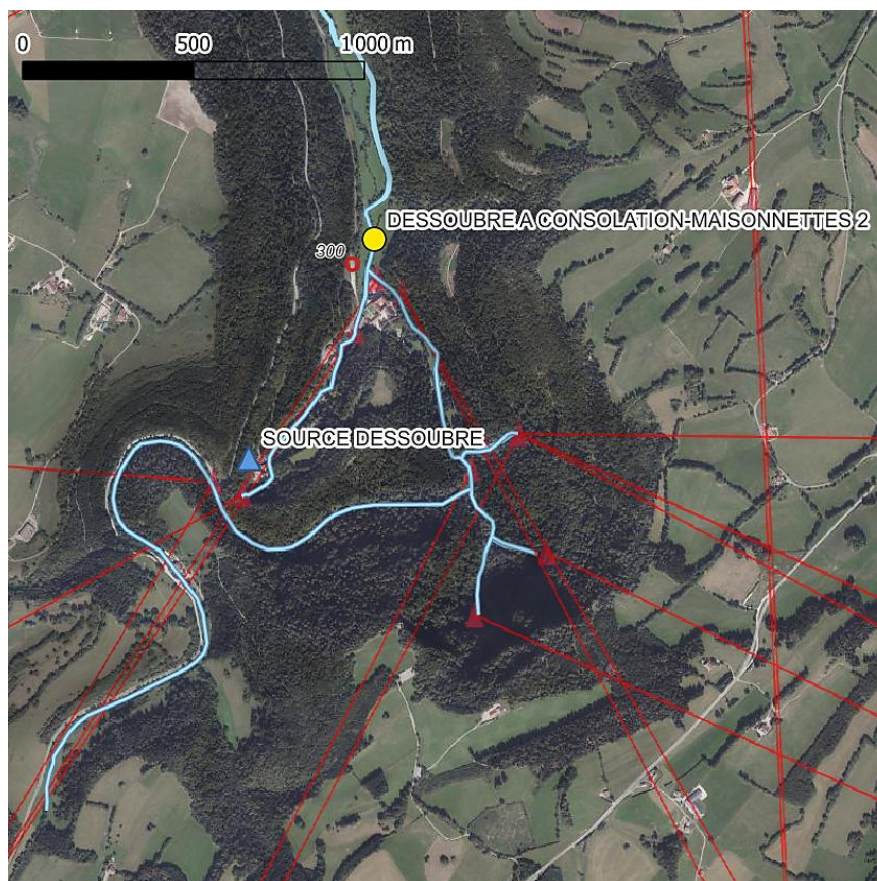
Le Dessoubre est alimenté par un vaste réseau karstique, lui conférant un BV hydrogéologique particulièrement étendu, en particulier en direction du sud-ouest et de la majeure partie des plateaux est jusqu'au Doubs franco-suisse.

D'une façon générale, de multiples pressions domestiques sont identifiées dans ce BV hydrogéologique (des dizaines de stations d'épuration), par ailleurs caractérisé par une forte activité d'élevage bovin (et fruitières associées) et porcin (plus particulièrement concentré dans le secteur de Maîche).

Remarque : d'une façon générale, dans le présent rapport, le terme « domestique » associe aussi bien les pressions ayant traits aux rejets via les assainissements des particuliers (assainissements collectifs ou autonomes) que les rejets associés plus particulièrement (ou de façon mixte) aux stations d'épuration liées à l'industrie agroalimentaire.



Carte 7. Bassin-versant du Dessoubre : traçages des eaux souterraines (traits rouges). Fond de carte = occupation du sol selon la nomenclature CorineLandCover 2018.

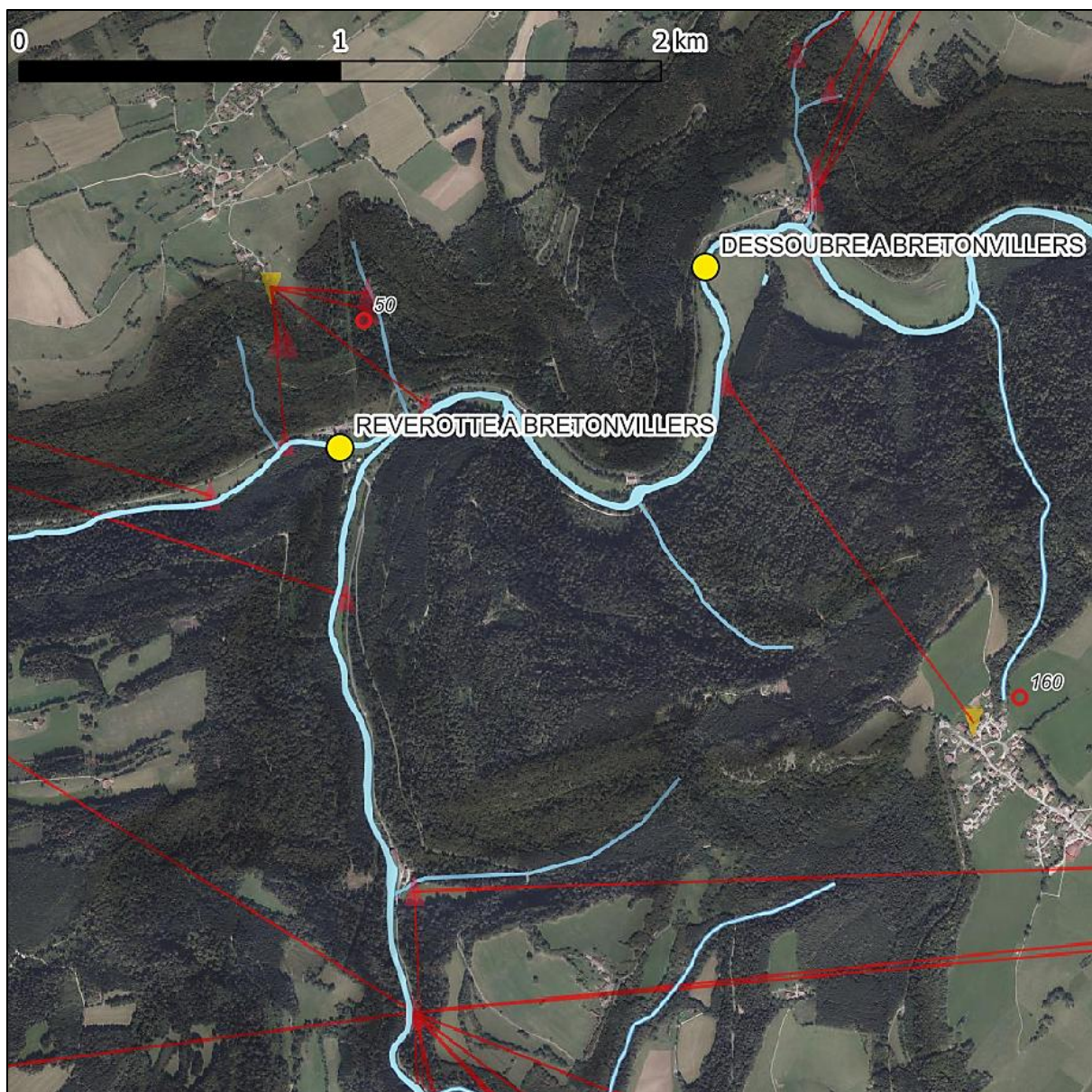


Carte 8. Partie apicale du Dessoubre, circulations souterraines et stations suivies. Cercle rouge : station d'épuration.

La partie apicale du Dessoubre intègre les plateaux localisés au sud du BV.

Ainsi, la source du Dessoubre (suivi eaux souterraines de l'Agence de l'Eau, station BSS001KYCE) intègre par exemple les rejets de la station d'épuration d'Orchamps-Vennes.

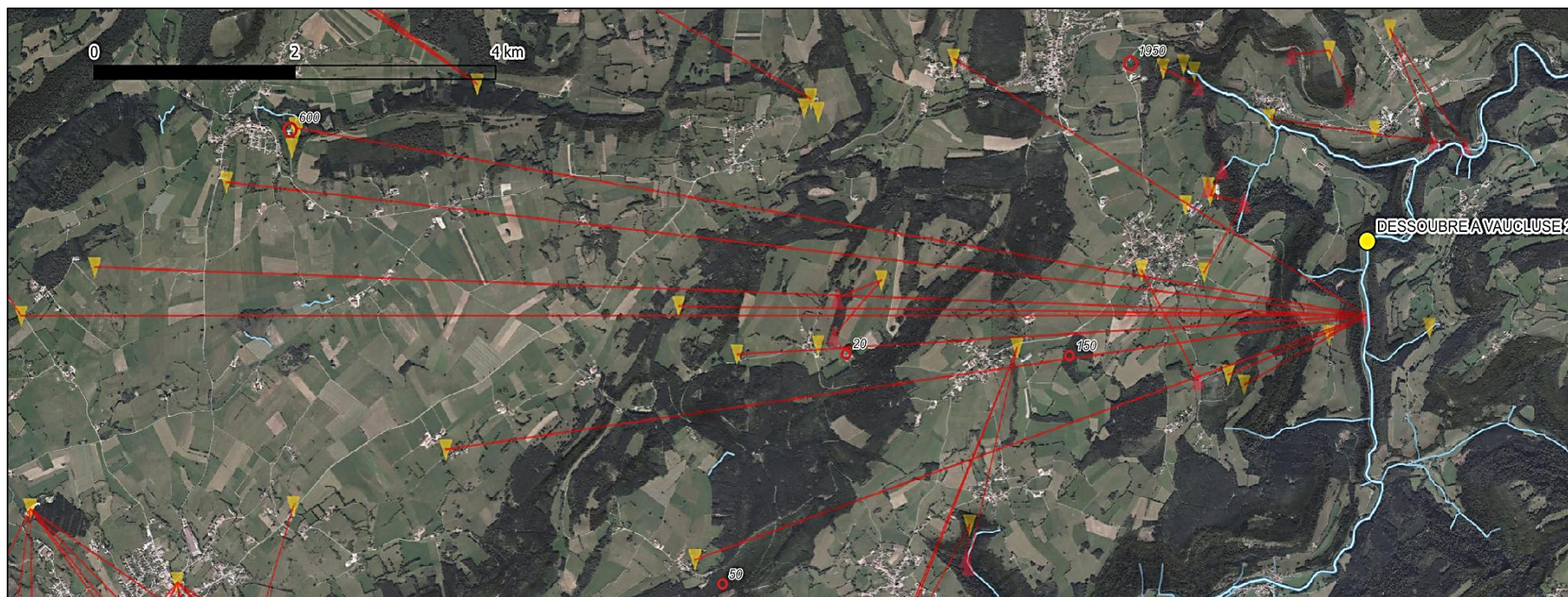
La station patrimoniale 06020401 est localisée quelques centaines de mètres plus en aval et intègre aussi les sources et exurgences du cirque de Consolation-Maisonnettes. Ces dernières drainent les parties les plus en sud-est du BV, : tourbières des Belles Seignes, jusqu'aux environs du saut du Doubs. Des investigations poussées ont été spécifiquement réalisées dans ce secteur en 2020-2021 par le Département.



Carte 9. Secteur de la confluence de la Réverotte et du Dessoubre. Circulations karstiques et localisation des stations suivies. Cercle rouge : station d'épuration.

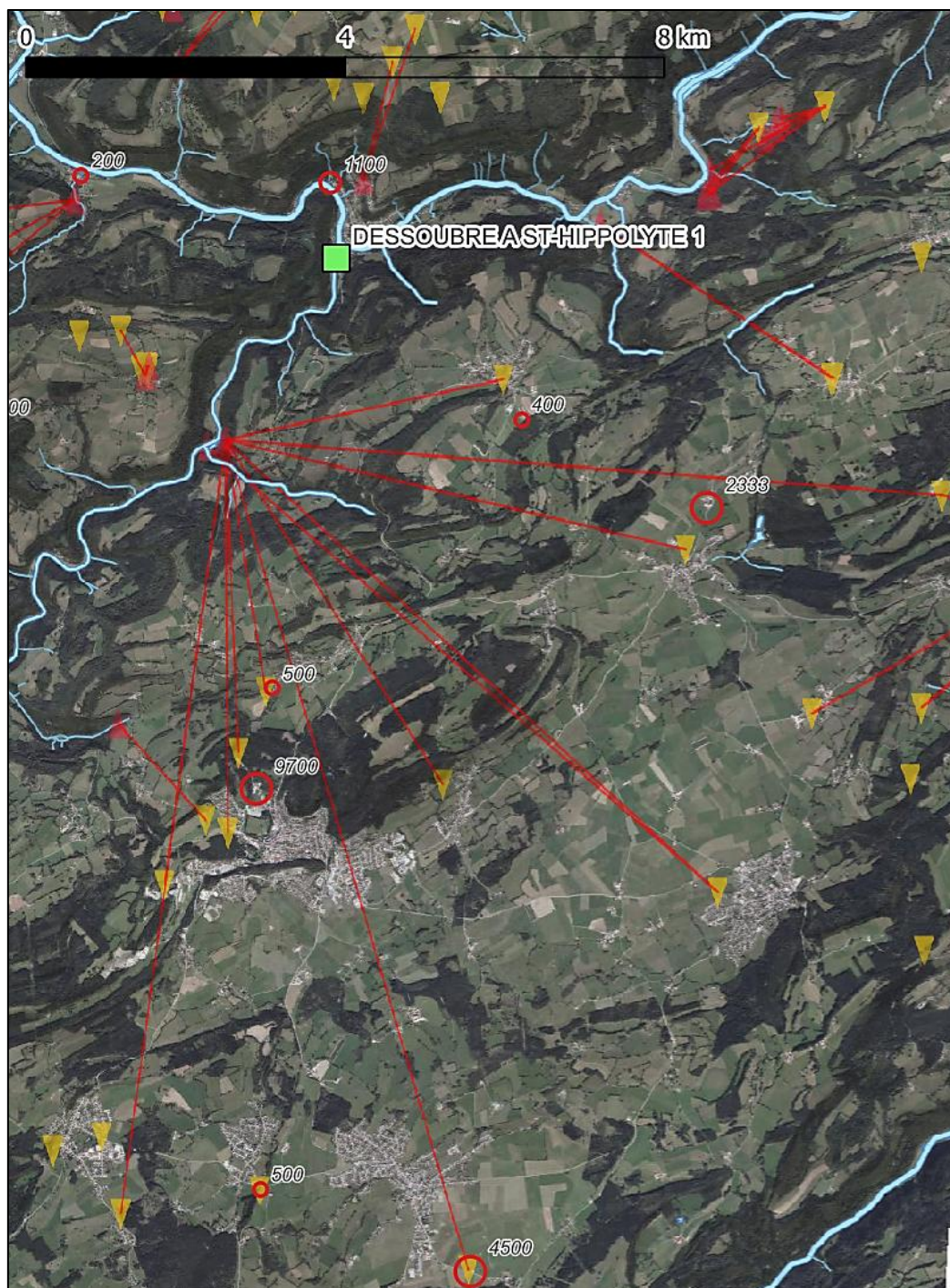
La station patrimoniale 06020450 est localisée en fermeture de bassin de la Réverotte. Cette dernière draine pour l'essentiel les plateaux localisés plus au nord (en rive gauche), i.e. Pierrefontaines-les-Varans, la Sommette, mais aussi plus au sud jusqu'à Longemaison. Une étude hydrologique spécifique à ce cours d'eau a été réalisée en 2022 par l'EPAGE Doubs Dessoubre.

La station patrimoniale 06020460 est située environ 1,5km à l'aval de la confluence entre le Dessoubre et la Réverotte. Elle intègre ainsi notamment l'exsurgence karstique des 3 Pucelles à Laval-le-Prieuré, cette-dernière couvrant un très vaste territoire (Le Russey, Bonnétag, Noël-Cerneux, tête de bassin de la Réverotte, Pierrefontaine-les-Varans...).



Carte 10. Dessoubre médian. Circulations karstiques et localisation des stations suivies. Cercle rouge : station d'épuration.

La station patrimoniale 06017995 est localisée à Vaucuse, à l'aval de l'exsurgence karstique couvrant des circulations souterraines provenant de l'ouest (rive gauche), parfois distantes de plus d'une dizaine de kilomètres (Belleherbe, Charmoille, Chamesey, Laviron, Bretonvillers...). Sont aussi localisées plus en amont sur le linéaire les communes de Longeville-les-Russey et de Rosureux.



Carte 11. Partie aval du Dessoubre. Circulations karstiques et localisation des stations suivies. Cercle rouge : station d'épuration.

La station RCS 06020500 en fermeture de bassin à St Hippolyte n'intègre qu'une part mineure de l'aire urbaine de cette-dernière. En revanche, la station est localisée à l'aval du Bief de Bran, exsurgence karstique intégrant le vaste plateau de Maîche (et ses multiples pressions domestiques, industrielles et agricoles).

B. Contexte hydrologique

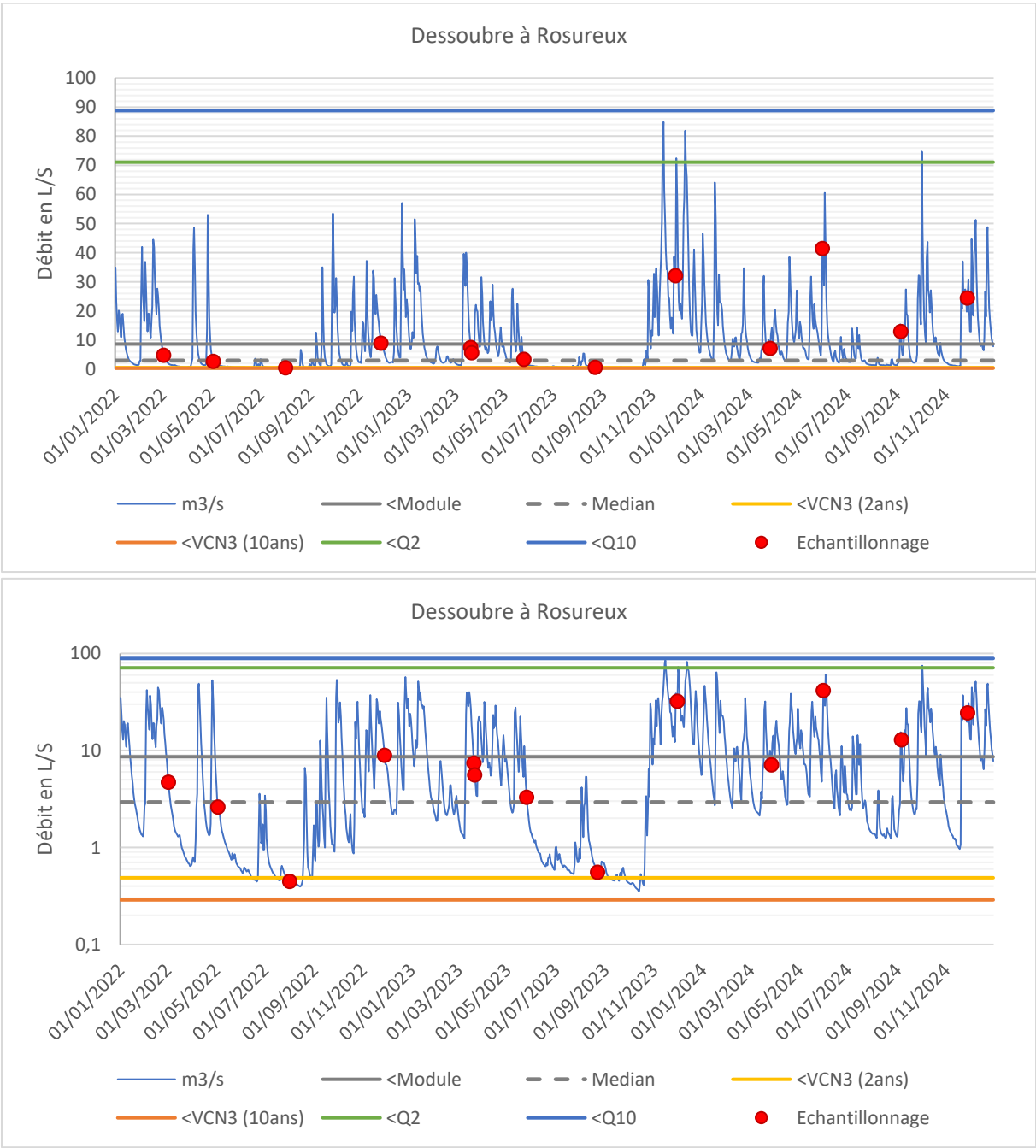


Figure 49. Chronique des débits mesurés entre le 1er janvier 2022 et le 31 décembre 2024 (3 ans) au sein de la station limnimétrique à Rosureux. Les ronds indiquent les dates d'échantillonnages.

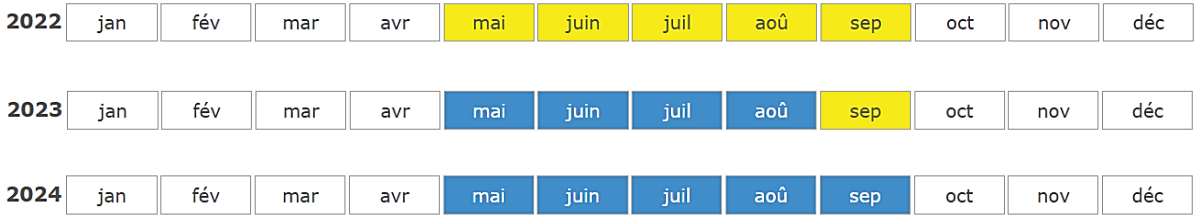


Figure 50. Typologies d'écoulements (5 modalités) au niveau de la station U2215211 (La Reverotte à La Sommette) du réseau ONDE. Bleu : Ecoulement visible acceptable. Jaune : Ecoulement visible faible. Orange : Ecoulement non visible. Rouge : Assec.

Au cours de ces 3 dernières années ont été observées 4 crues dépassant un retour biennal (3 durant l'hiver 2023-2024, et 1 début octobre 2024).

La sécheresse record de 2022 se transposa en des débits particulièrement faibles de juin à mi-août. Contrairement à la Réverotte, l'hydrologie du Dessoubre fut encore davantage impactée par l'étiage de 2023 qui a duré de juillet à mi-octobre. En revanche, il ne fut pas observé d'étiage notable durant l'année 2024 (moyennes à fortes eaux persistantes).

Les dates d'échantillonnages de ces 3 dernières années permirent de couvrir les différents contextes hydrologiques décrits, dont les fortes eaux récurrentes de 2024.

C. État écologique DCE

	DESSOUBRE A CONSOLATION- MAISONNETTES 2	DESSOUBRE A BRETONVILLERS	DESSOUBRE A VAUCLUSE 2	DESSOUBRE A ST- HIPPOLYTE 1
Code station	6020401	6020460	6017995	6020500
ETAT ECOLOGIQUE	Bon	Bon	Bon	Bon
Etat Biologique	Très bon	Très bon	Bon	Bon
Diatomées	Très bon	Très bon	Bon	Très bon
Macroinvertébrés	Très bon	Très bon	Très bon	Bon
Poissons	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Bon
Macrophytes	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Bon
Éléments physico-chimiques généraux	Bon	Bon	Bon	Bon
Bilan de l'oxygène	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Oxygène dissous	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Taux de sat. en O ₂ dissous	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Carbone Organique dissous	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
DBO ₅	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Nutriments	Bon	Bon	Bon	Bon
Ammoniaque-Ammonium	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Nitrites	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Nitrates	Bon	Bon	Bon	Bon
Orthophosphates	Bon	Bon	Bon	Très bon
Phosphore total	Bon	Bon	Bon	Très bon
Acidification	Très bon	Bon	Bon	Bon
Température	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Polluants spécifiques	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Bon
Polluants synthétiques	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Bon
Polluants non synthétiques	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Bon

Tableau 33. Synthèse des états écologiques DCE 2025 (2022-2024) du Dessoubre.

Les états écologiques du Dessoubre selon le référentiel DCE indiquent des « bons états ». On constate notamment un maintien des « très bons états » pour les matières azotées hors nitrates et pour le bilan de l'oxygène. Le constat est le même pour la Réverotte, avec comme pour la partie apicale du Dessoubre, de très bons états biologiques.

Les chapitres suivants sont destinés à appréhender plus finement ces premiers constats.

REVEROTTE A BRETONVILLERS

Code station	6020450
ETAT ECOLOGIQUE	Bon
Etat Biologique	Très bon
Diatomées	Très bon
Macroinvertébrés	Très bon
Poissons	Non qualifié
Macrophytes	Non qualifié
Eléments physico-chimiques généraux	Bon
Bilan de l'oxygène	Très bon
Oxygène dissous	Très bon
Taux de saturation en O2 dissous	Très bon
Carbone Organique dissous	Très bon
DBO5	Très bon
Nutriments	Bon
Ammoniaque-Ammonium	Très bon
Nitrites	Très bon
Nitrates	Bon
Orthophosphates	Bon
Phosphore total	Bon
Acidification	Bon
Température	Très bon
Polluants spécifiques	Bon
Polluants synthétiques	Bon
Polluants non synthétiques	Non qualifié

Tableau 34. Synthèse des états écologiques DCE 2025 (2022-2024) de la Réverotte.

D. Température et pression organique

Il n'apparaît pas de dysfonctionnement majeur des paramètres du bilan de l'oxygène et donc pas de pollution organique qui s'exercerait de façon structurante sur le Dessoubre, hormis l'exceptionnel pic de DCO à la station 06017995 (Dessoubre à Vaucluse 2) à 86 mg/L le 22/08/2023. Il ne s'agit vraisemblablement pas là d'un artefact, car cette observation est concomitante d'augmentations (comparativement moindres) des autres paramètres liés à la pression organique (COD, DBO5).

On remarque aussi une relative vulnérabilité à des pics (modérés) en DBO5 de la partie médiane du Dessoubre, ainsi qu'une plus grande vulnérabilité apicale à de légers pics en COD.

La température davantage tamponnée et la saturation en oxygène parfois moindre dans la partie apicale s'expliquent pour leur part par la proximité avec les écoulements souterrains. Les températures restent relativement peu variables le long du linéaire du Dessoubre, soulignant ainsi une forte influence durable des eaux karstiques, à l'exception de la fermeture de bassin où la thermie devient davantage variable (en cohérence avec la cartographie thermique effectuée par l'EPAGE).

Les tendances à la sursaturation en oxygène dissous peuvent pour leur part évoquer une vulnérabilité accrue à la végétalisation saisonnière des fonds (développements algaux).

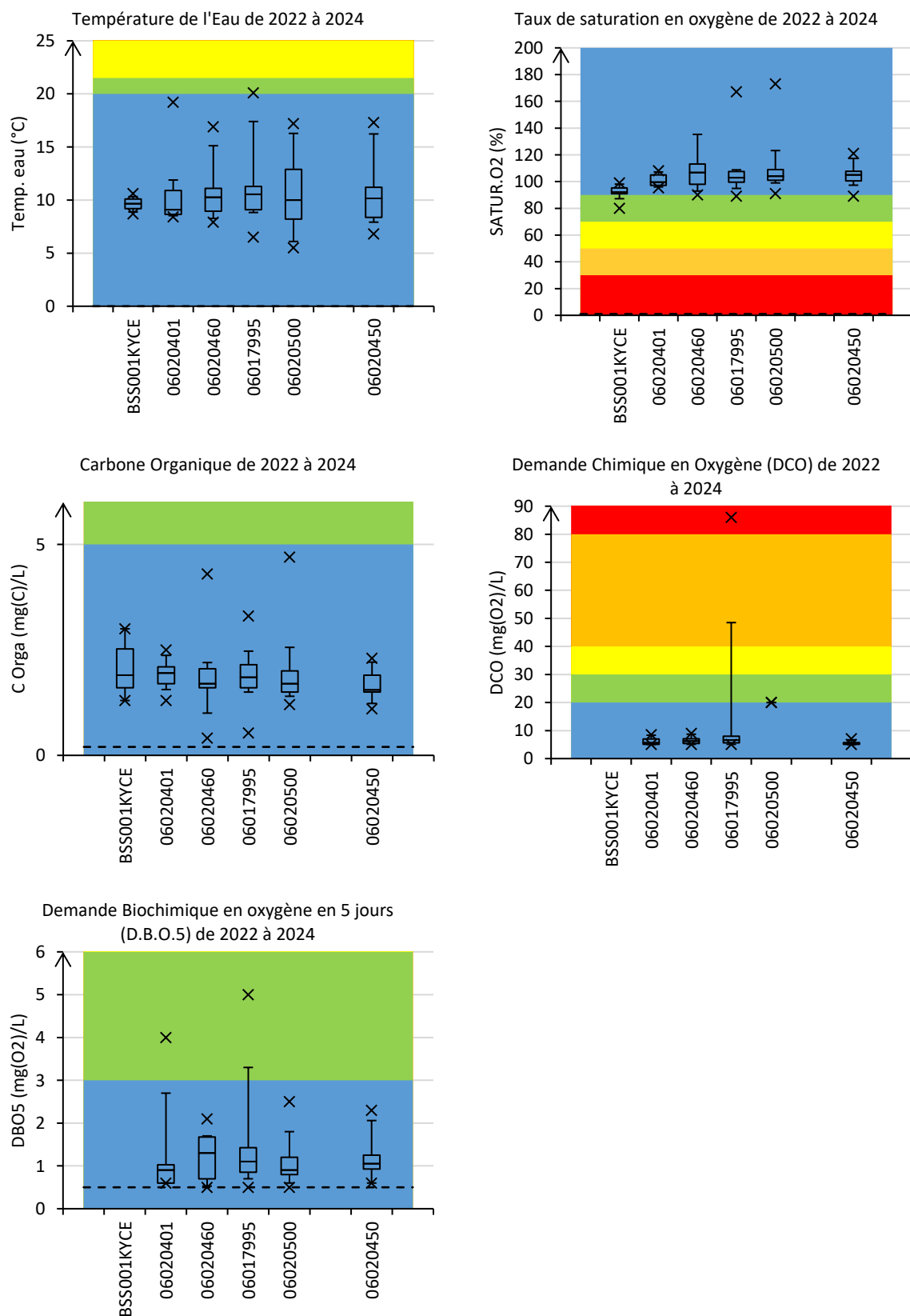


Figure 51. Variabilité sur 3 ans (min, percentiles 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, max) des mesures des paramètres du bilan de l'oxygène et de la température de l'eau.

E. Trophie

1. Matières phosphorées

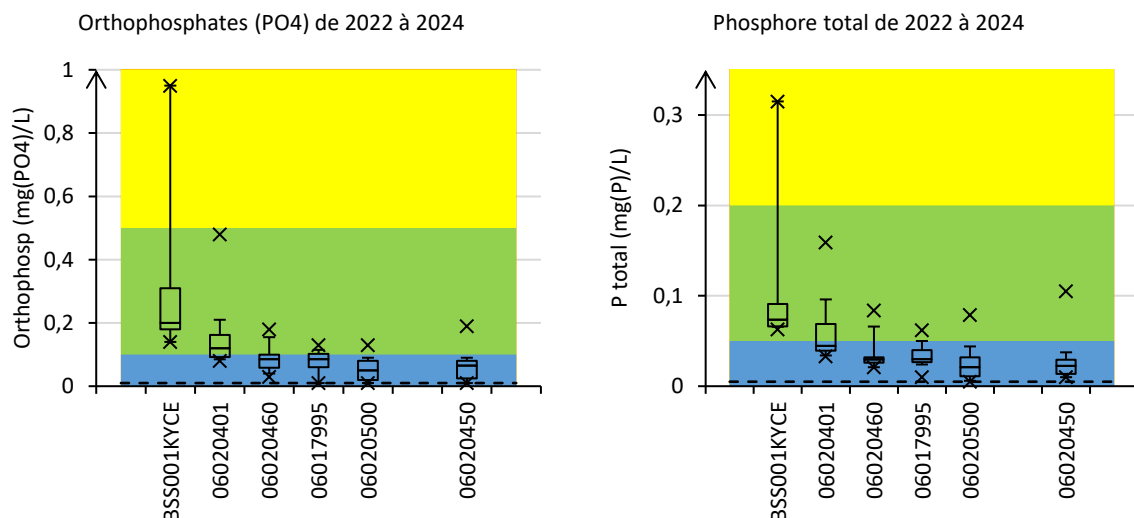


Figure 52. Variabilité sur 3 ans (min, percent 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, max) des teneurs en matières phosphorées.

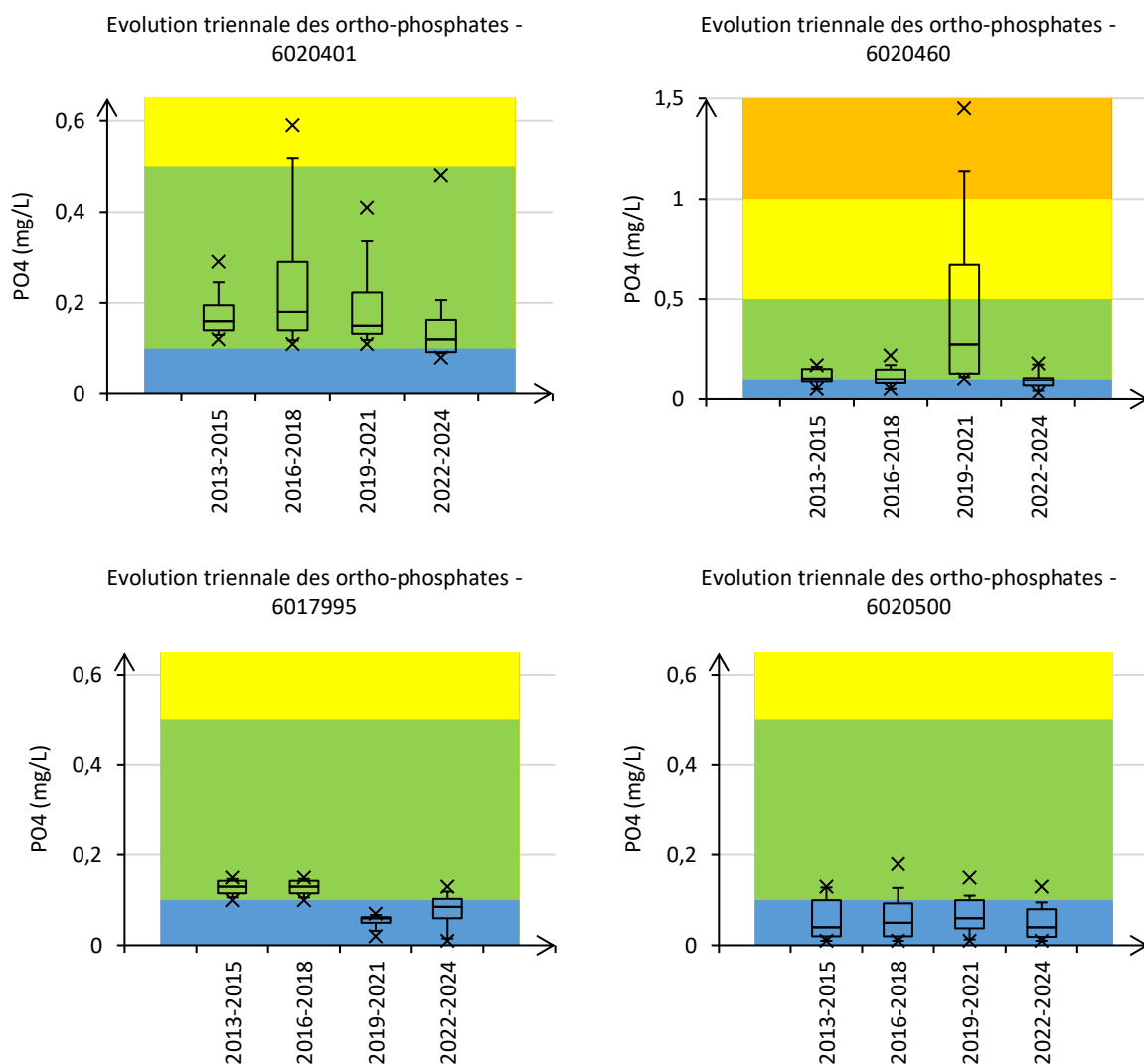


Figure 53. Evolution de la variabilité des concentrations en orthophosphates.

Le Dessoubre est fortement pollué par les matières phosphorées, de façon chronique, dans sa partie apicale, i.e. dès sa source. Il s'agit là d'une des origines les plus explicatives des blooms algaux apicaux, parfois visibles dès la sortie karstique de la source, y compris hors période estivale (fonds colmatés dès avril en sortie de la grotte).

Les concentrations s'avèrent nettement plus faibles plus en aval, dès la confluence avec la Réverotte. Bien que modérée, cette dystrophie phosphorée demeure toutefois encore prégnante jusqu'en fermeture de bassin.

Des investigations plus poussées lors du suivi 2020 dans ce secteur apical du Dessoubre font le rapprochement avec le rejet de la station d'Orchamps-Vennes circulant directement jusqu'à la source du Dessoubre. Des travaux ont été engagés en 2021 pour en améliorer le fonctionnement : d'une capacité de 4500EH, la construction de la nouvelle STEP a débuté au printemps 2022 (travaux de terrassement). Il y est notamment prévu un traitement du phosphore. Le délai d'exécution des travaux à la STEP d'Orchamps-Vennes étant porté à 14 mois, les incidences positives escomptées sur le milieu n'y sont pas à ce jour encore pleinement ostensibles (STEP fonctionnelle depuis septembre 2024) : il n'est pas encore à ce jour constaté de rupture statistiquement significative dans la chronique de concentrations dans la station de Consolation-Maisonnettes, ceci malgré le constat visuel d'une diminution progressive de l'intensité de de cette contamination.

Par ailleurs et complémentaiement, comme le souligne l'étude de 2020, plusieurs autres STEP plus petites et d'autres systèmes mixtes traitant à la fois les effluents domestiques et agro-alimentaires sont aussi présents sur le BV alimentant la partie apicale du Dessoubre (Fournets-Luisans, Guyans-Vennes...).

A cela s'ajoute de façon plus diffuse, un bruit de fond élevé (0,03-0,04 mg/L en P total) qui serait davantage à rapprocher d'une forte pression agricole de type « élevage » au niveau des plateaux environnants.

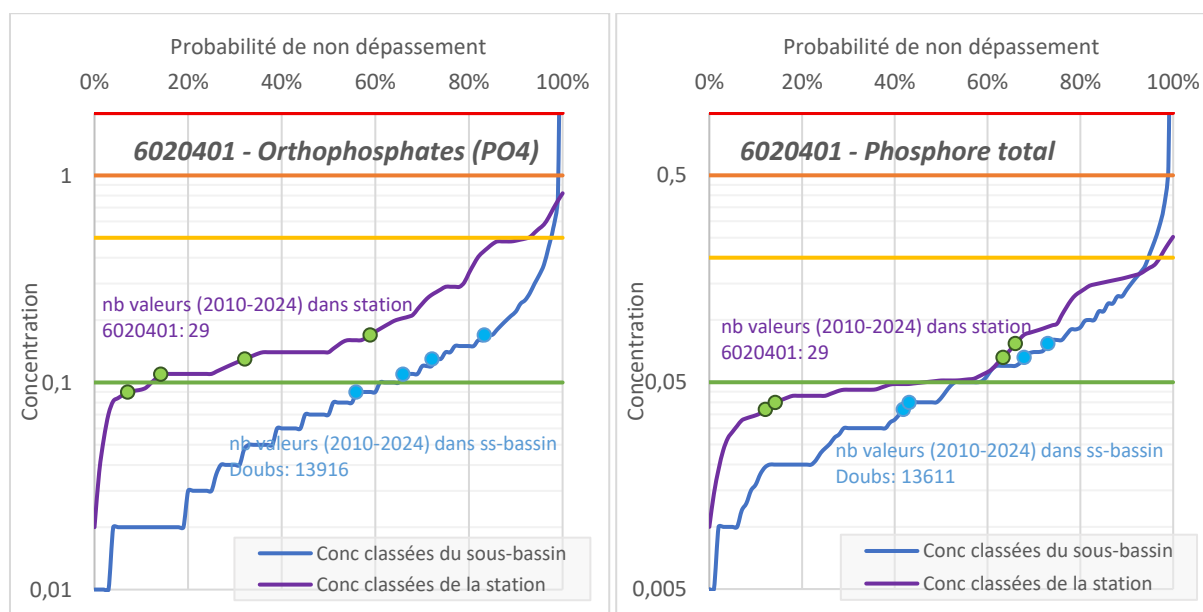


Figure 54. Probabilités d'observer les concentrations 2024 dans la station de Consolation-Maisonnettes (points) par rapport à ce qui est habituellement observé dans la station (courbe violette) et plus globalement dans le bassin hydrographique du Doubs (courbe bleue). A gauche : orthophosphates ; à droite : phosphore total.

Cette « sur-contamination » de la partie amont du Dessoubre par les matières phosphorées, en particulier par les orthophosphates, se traduit par un niveau de pollution médian figurant parmi les 25% les plus élevés de l'ensemble du bassin hydrographique du Doubs.

2. Matières azotées

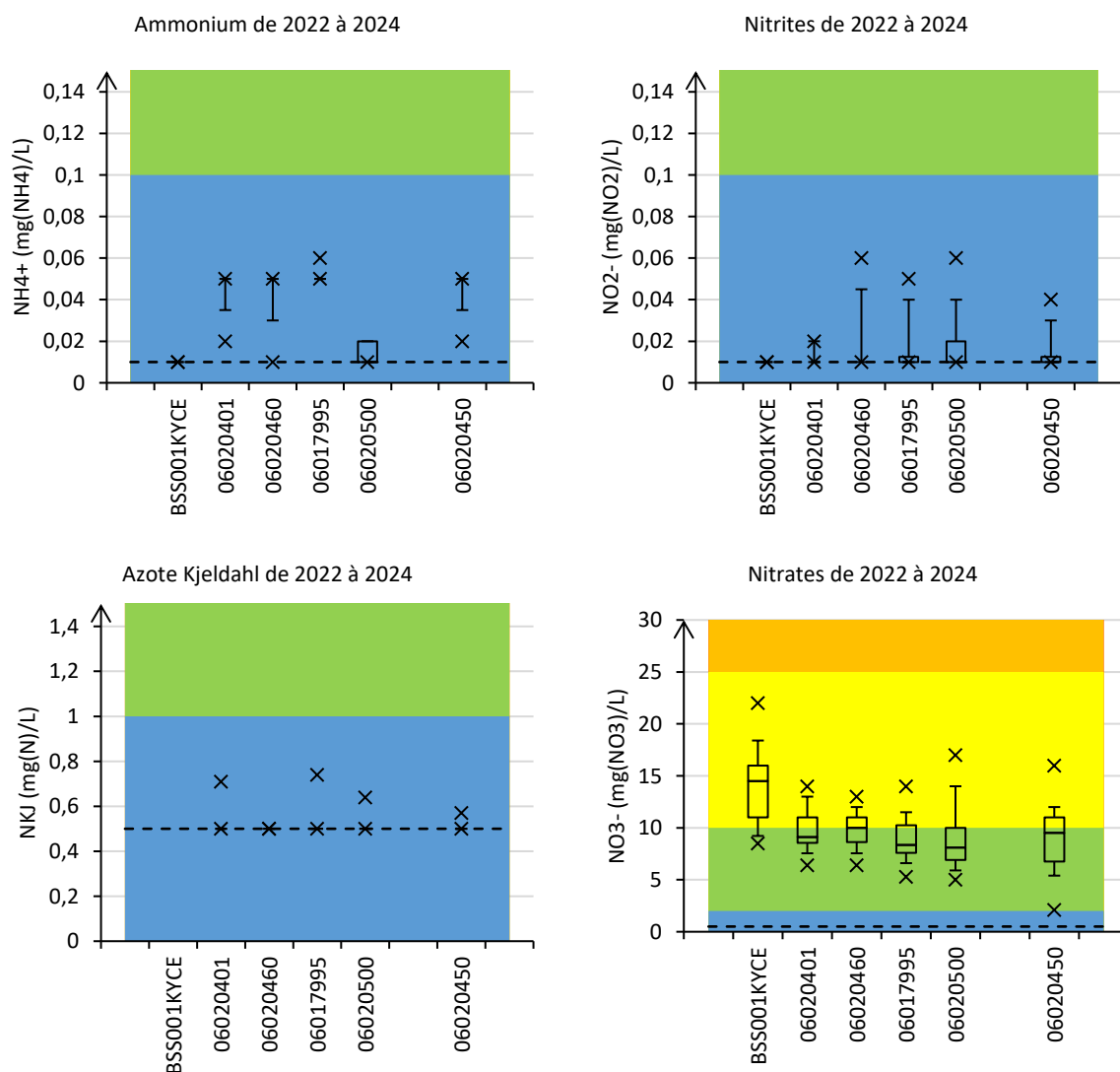


Figure 55. Variabilité sur 3 ans (min, percent 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, max) des concentrations en matières azotées (référentiel DCE et SEQ-Eau pour les nitrates et azote Kjeldahl).

La dystrophie azotée (hors nitrates) croît longitudinalement, tout en demeurant globalement modérée. Outre une pression « élevage » diffuse prédominante sur les plateaux environnants, les pressions domestiques multiples et s'accumulant le long du linéaire via les exurgences karstiques peuvent être concomitamment suspectées (via la dynamique en nitrites notamment). Dans ce contexte, on constate que la Réverotte ne s'avère pas davantage préservée que le Dessoubre.

La pollution du Dessoubre par les nitrates est pour sa part chronique, et d'une intensité moyenne à élevée, davantage ostensible au niveau de la source. En comparaison avec le Cusancin, les niveaux de pollution sont légèrement inférieurs, et présente aussi un phénomène d'auto-épuration très partiel (malgré un plus grand linéaire). La Réverotte est aussi concernée par ces excès en nitrates, selon une intensité similaire à celle du Dessoubre au droit de la confluence.

Ainsi, à titre indicatif, la source du Dessoubre fut en 2024 parmi les 25-12% les points les plus contaminés du bassin hydrographique du Doubs, et la station de Consolation-Maisonnettes parmi les 31-18% les plus contaminés.

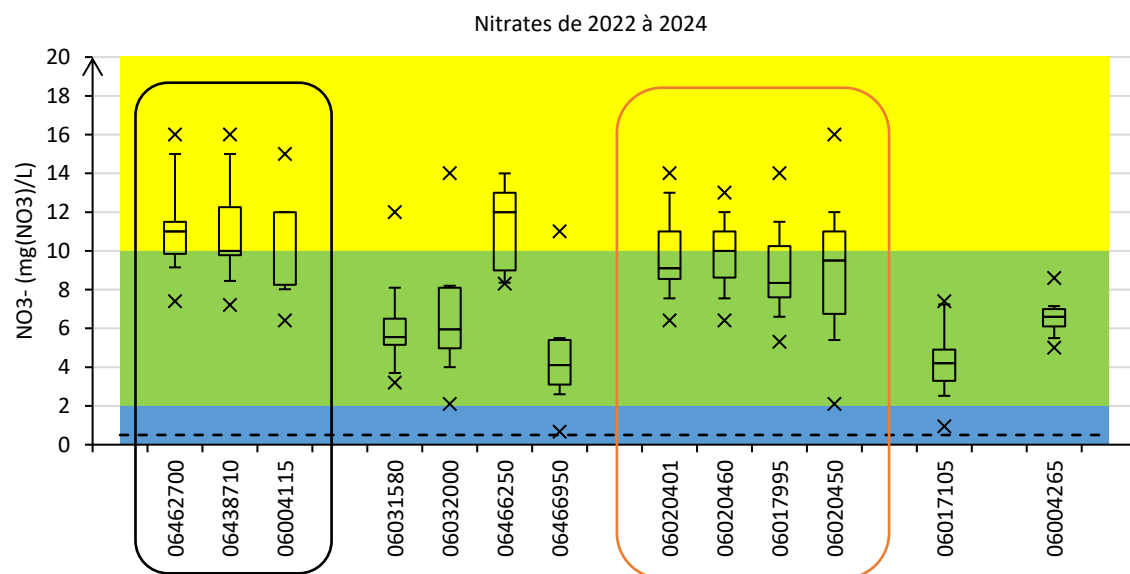


Figure 56. Mise en perspective des concentrations en nitrates des 3 stations du Cusancin (encadré noir), avec celles du BV du Dessoubre (encadré orange), et les autres stations du réseau patrimoniale (non encadrées).

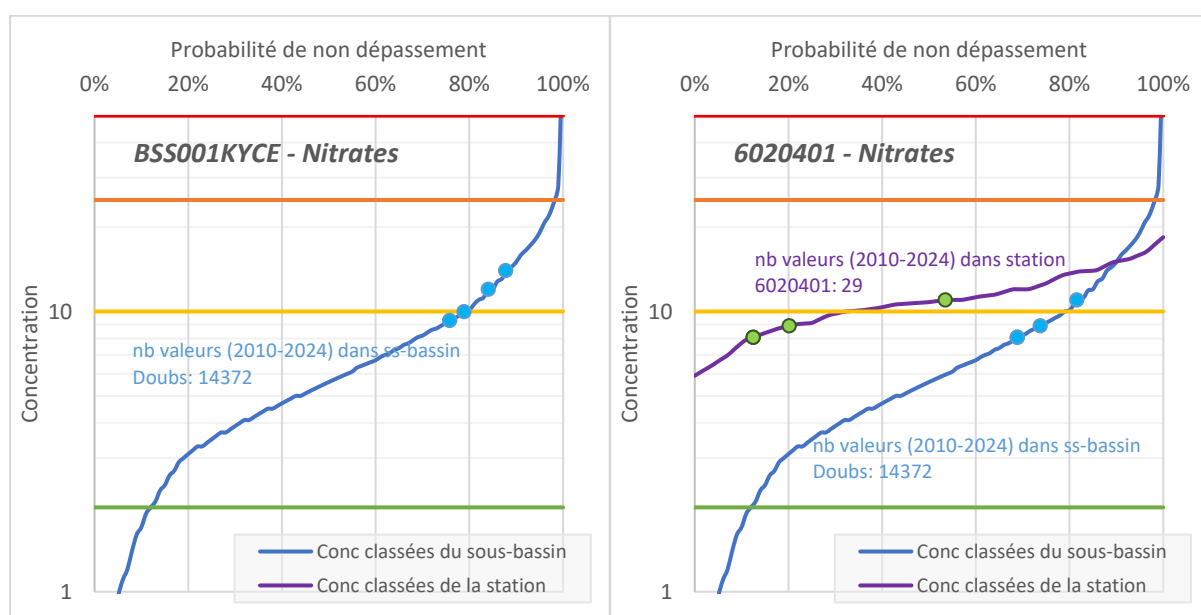


Figure 57. Probabilités d'observer les concentrations 2024 par les nitrates (points) par rapport à ce qui est habituellement observé dans la station (courbe violette) et plus globalement dans le bassin hydrographique du Doubs (courbe bleue). A gauche : source du Dessoubre ; à droite : station de Consolation-Maisonnettes.

Ces observations sont la conséquence et la traduction directe de l'intensité de l'activité agricole sur le premier plateau doubiste. Plus particulièrement pour le BV du Dessoubre, on note l'occurrence d'une pression élevage parmi les plus élevées du département.

On constate néanmoins une rupture statistiquement significative depuis septembre 2019 dans la chronique des teneurs en nitrates dans la station de Consolation Maisonnettes, avec plus précisément une moyenne significativement diminuée de 12,3 à 10,0 mg/L. Le même type de rupture est observée à la même date au niveau de la station de Bretronvillers, mais pas dans la station de Vaucluse 2 (initialement un peu moins polluée par ce nutriment).

Ainsi, progressivement, les valeurs mesurées en tête de bassin se rapprochent de celles observées en fermeture de bassin (stables). Il s'agit de tendances s'inscrivant sur le moyen à long terme, la chronique des teneurs mettant en évidence le caractère non constant de cette décroissance (d'où l'intérêt d'un suivi pérenne et continu de ces stations patrimoniales).

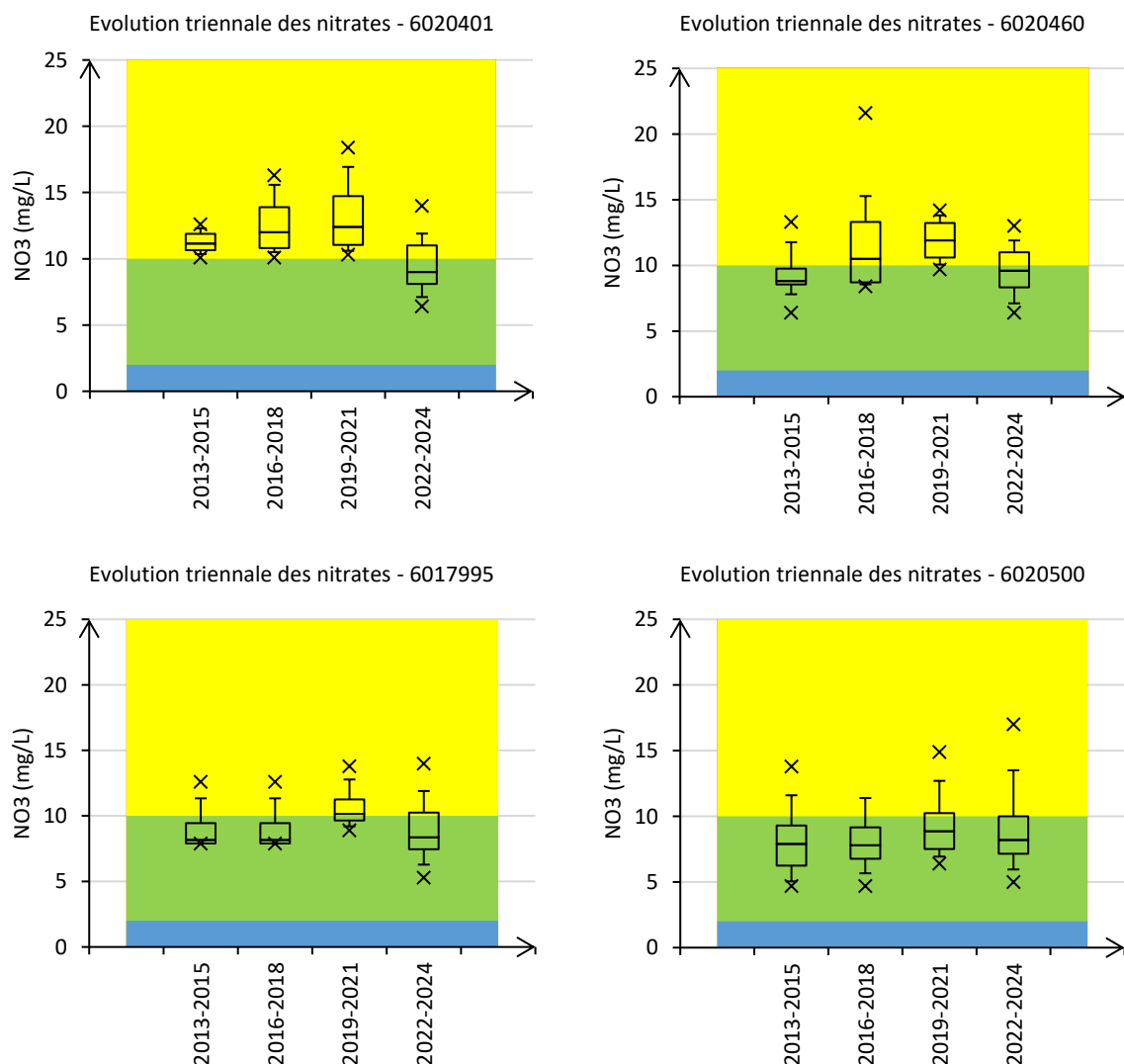


Figure 58. Evolution de la variabilité des concentrations en nitrates. Référentiel SEQ-Eau.

Type de rupture	Date de rupture	P-valeur rupture	Moyenne avant	Moyenne après	P-valeur moyennes
Pettitt	19/09/2019	0,024	12,32	10,01	0,03
Buishand	19/09/2019	0,023	12,32	10,01	0,03
CUSUM	19/09/2019	0,022	12,32	10,01	0,03

Figure 59. Tests de ruptures des chroniques de données pour la station de Consolation Maisonnettes, et tests statistiques subséquents. Ne sont présentés que les tests significatifs (p value <0,05).

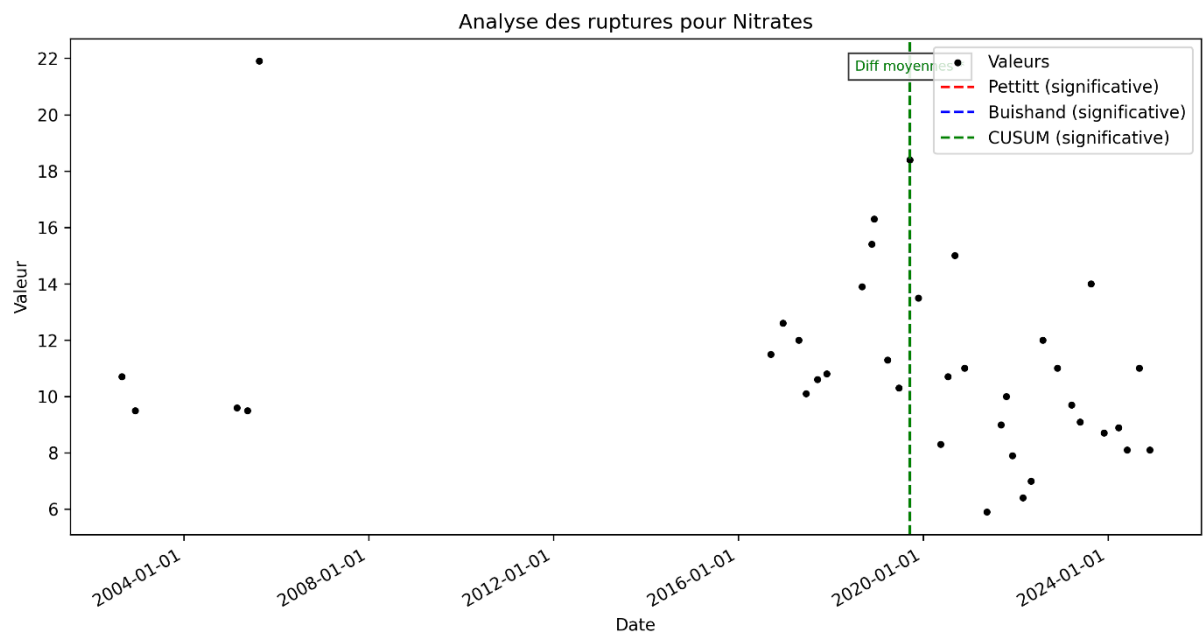


Figure 60. Chronique des concentrations en nitrates dans la station du Dessoubre à Consolation-Maisonnettes.

F. Pesticides et autres micropolluants, métaux lourds

Les pesticides et métaux lourds n’ont pas été investigués dans les stations patrimoniales du Dessoubre en 2022-2024. En 2024, seule la station patrimoniale de la Réverotte a fait l’objet d’un suivi des pesticides et micropolluants sur eau (4 campagnes) et sédiments (1 campagne).

Il s’agit donc ici d’une réactualisation des données sur le réseau RCS/RCO et ADES, ainsi qu’une mise en perspective des observations depuis 2021, en prenant en compte l’actualisation des données sur la station de la Réverotte.

1. Pesticides

Support eau

		BSS001KYCE	6020401	6020460	6017995	6020500	6020450
2022	Nombre de substances quantifiées	2					
	Nombre de substances recherchées	1172	0	0	0	0	0
2023	Nombre de substances quantifiées	4					
	Nombre de substances recherchées	1183	0	0	0	0	0
2024	Nombre de substances quantifiées	4				5	6
	Nombre de substances recherchées	1172	0	0	0	6867	4432

Tableau 35. Efforts analytiques et niveaux de contamination par les pesticides dans le BV du Dessoubre et de la Réverotte entre 2022 et 2024. Station ADES : 2 campagnes par an ; station 6020500 : 12 campagnes en 2024 ; station 6020450 : 4 campagnes en 2024.

L’ensemble du BV du Dessoubre est concerné par une contamination par les pesticides, Réverotte comprise. On remarque toutefois que le niveau de pollution est légèrement supérieur dans la partie apicale du cours d’eau (source et Consolation-Maisonnettes).

Dans ce contexte on note néanmoins que la part des substances particulièrement identifiées comme étant spécifiques d’une activité agricole actuelle est relativement faible dans le Dessoubre (herbicide simazine au

niveau de la source et herbicide diflufénicanil à Bretonvillers) mais davantage marquées dans la Réverotte (3 herbicides concomitants).

Plusieurs pesticides interdits depuis de nombreuses années sont encore présents dans le Dessoubre : atrazine (interdit depuis 2003) en tête et fermeture de bassin et dieldrine (organophosphoré interdit depuis 1992) quantifié au niveau de la source.

Enfin on remarque la présence diffuse de l'AMPA, issu possiblement de la dégradation du glyphosate (molécule -mère ici non quantifiée dans le BV) ou issu d'usages domestiques (dégradation de phosphonates tels que les lessives). En outre, on note la présence du fongicide propiconazole dans la source, non autorisé en PPP mais fréquent en biocides.

Ces analyses démontrent ainsi à la fois une pression agricole via les PPP globalement faible (mais davantage prégnante au niveau de la Réverotte) mais avec un héritage historique plutôt lourd dans ce BV, ainsi que des rejets biocides avérés au niveau de la source (bassin hydrogéologique) et de la fermeture de bassin (Maiche via le Bief de Bran ?).

	Paramètre	Nb quantif. 2021	Concentrat ion moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantif. 2022	Concentrat ion moyenne 2022 (µg/L)	Nb quantif. 2023	Concentrat ion moyenne 2023 (µg/L)	Nb quantif. en 2024	Concentrat ion moyenne 2024 (µg/L)
BSS001KYCE	AMPA	2	0,121	1	0,0740	2	0,0470	2	0,022
	Atrazine	1	0,268						
	Dieldrine					1	0,0160		
	Propiconazole	2	0,015	1	0,0070	1	0,0460	2	0,015
	Simazine	1	0,006						
	Total Pesticides	6	0,091	2	0,0405	4	0,0390	4	0,019
6020401	AMPA	2	0,064						
	Atrazine	1	0,151						
	Total Pesticides	3	0,093						
6020460	AMPA	2	0,025						
	Diflufenicanil	1	0,012						
	Total Pesticides	3	0,020						
6017995	AMPA	1	0,024						
	Total Pesticides	1	0,024						
6020500	AMPA	3	0,039					1	0,025
	Atrazine	1	0,007					1	0,0003
	Dichlorvos							2	0,012
	Propiconazole	5	0,019					1	0,056
	Chlortoluron							5	0,021
6020450	Total Pesticides	9	0,024						
	AMPA	3	0,032					1	0,045
	Bentazone	1	0,034						
	Chlortoluron	1	0,048					1	0,045
	Métaldéhyde	1	0,023						
	Metamitron							1	0,026
	Total Pesticides	6	0,034					3	0,039

Tableau 36. Pesticides dissous quantifiés depuis 2021 dans le BV du Dessoubre.

Support sédiment

	BSS001KYCE	6020401	6020460	6017995	6020500	6020450
Nombre de substances quantifiées					0	0
Nombre de substances recherchées	0	0	0	0	305	129

Tableau 37. Efforts analytiques et niveaux de contamination des sédiments par les pesticides dans le BV du Dessoubre en 2024 (pas de mesure en 2022 et 2023).

Les efforts analytiques en pesticides adsorbés dans les sédiments des 2 stations investiguées furent sans commune mesure avec ceux portés sur les pesticides dissous. Dans ce contexte, il n'a pas été mis en évidence de pollution du sédiment, hormis de façon diffuse et ancienne par l'AMPA, corroborant ainsi les précédentes observations.

Paramètre (Code sandre/Type)	6017995	6020401	6020460	6020500
AMPA (1907/Pesticide)	1	1	2	0

Tableau 38. Nombre de quantifications positives en pesticides adsorbés lors des analyses depuis 2011 dans le Dessoubre.

2. Autres micropolluants

Support eau

	Paramètre	Nb quantif. 2021	Conc. moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantif. 2022	Conc. moyenne 2022 (µg/L)	Nb quantif. 2023	Conc. moyenne 2023 (µg/L)	Nb quantif. en 2024	Conc. moyenne 2024 (µg/L)
BSS001KYCE	HAP								
	Benzo(b)fluoranthène			1	0,0039			1	0,0013
	Benzo(g,h,i)pérylène			2	0,0012			2	0,0012
	Benzo(k)fluoranthène			1	0,0011				
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène			1	0,0007			2	0,0009
	Total HAP			5	0,0016			5	0,0011
	Médicaments								
	1,7-Diméthylxanthine	1	0,255						
	Caféine	2	0,269					1	0,0610
	Carbamazépine	1	0,009						
	Carbamazépine époxyde	1	0,006						
	Hydrochlorothiazide	2	0,024					2	0,0090
	Irbesartan	2	0,032					1	0,0070
	Metformine	2	0,056	2	0,0298	2	0,1141	2	0,0103
	Oxazepam	2	0,012						
	Sotalol	2	0,015					2	7,5
	Sulfaméthoxazole							1	7
	Tramadol	2	0,010						
	Total Médicaments	17	0,065	2	0,0298	2	0,1141	9	2,4563
	Phtalates								
	n-Butyl Phtalate	1	0,050						
	Total Phtalates	1	0,050						
	Autres MPO								
	Atenolol							1	14
	Benzotriazole					1	0,0810		
	Bisphénol A	1	0,027						
	EDTA			1	178				
	Galaxolide					1	0,0270	1	0,0360
	Phosphate de tributyle	1	0,011						
	Tolyltriazole			1	0,0410	1	0,0260	1	0,0060
	Total Autres MPO	2	0,019	2	89,0205	3	0,0447	3	4,6807

Tableau 39. Micropolluants dissous (hors pesticides) quantifiés depuis 2021 dans la source du Dessoubre.

	Paramètre	Nb quantif. 2021	Conc. moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantif. en 2024	Conc. moyenne 2024 (µg/L)
6020401	Médicaments				
	Carbamazepine	1	0,005		
	Total Médicaments	1	0,005		
6020460	COV				
	Formaldéhyde	1	1		
	Total COV	1	1		
6017995	COV				
	Formaldéhyde	1	1		
	Total COV	1	1		
	Autres MPO				
	Phosphate de tributyle	1	0,008		
	Total Autres MPO	1	0,008		
6020500	HAP				
	Benzo(a)anthracène	3	0,003	1	0,0011
	Benzo(a)pyrène			3	0,0014
	Benzo(b)fluoranthène	6	0,003	5	0,0014
	Benzo(g,h,i)pérylène	6	0,003	5	0,0012
	Benzo(k)fluoranthène	5	0,002	3	0,0010
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	6	0,002	3	0,0015
	Naphtalène	5	0,008	3	0,0110
	Total HAP	31	0,003	23	0,0026
	Médicaments				
	Caféine	3	0,032		
	Carbamazepine	1	0,008		
	Cotinine	2	0,011	1	0,0100
	Hydrochlorothiazide	3	0,008	1	0,0070
	Irbesartan	4	0,010	3	0,0090
	Metformine	12	0,030	12	0,0186
	Nicotine	3	0,102	2	0,4435
	Oxazepam	1	0,007	1	0,0050
	Sotalol	1	0,005		
	Total Médicaments	30	0,029	20	0,0580
	Phthalates				
	Di(2-ethylhexyl)phtalate			1	0,2100
	n-Butyl Phtalate	1	0,11	2	0,0700
	Total Phthalates	1	0,11	3	0,1167
	Autres MPO				
	1,7-Dimethylxanthine			1	0,0600
	4-tert-butylphénol	2	0,033	2	0,0220
	Atenolol			1	0,0060
	Bisphenol A	1	0,048	1	0,0350
	EDTA	1	11,000	1	6
	Monobutylétain cation	1	0,004		
	Nitrophénol-2			1	0,0210
	Pentachlorobenzene			1	0,0008
	Tolyltriazole			1	0,0050
	Perchlorate			1	0,1000
	Triocylétain cation			1	0,0005
	Total Autres MPO	5	2,224	11	0,5702
	COV				
	N-Butylbenzenesulfon			3	0,1867
	Total COV			3	0,1867
6020450	COV				
	Formaldéhyde			1	1
	Total COV			1	1
	Médicaments				
	Carbamazepine			2	0,0110
	Total Médicaments			2	0,0110
	Autres MPO				
	Benzotriazole			1	0,0240
	Total Autres MPO			1	0,0240

Tableau 40. Micropolluants dissous (hors pesticides) quantifiés depuis 2021 dans le Dessoubre (hors source).

		BSS001KYCE	6020401	6020460	6017995	6020500	6020450
2022	Nombre de substances quantifiées	9					
	Nombre de substances recherchées	450	0	0	0	0	0
2023	Nombre de substances quantifiées	5					
	Nombre de substances recherchées	460	0	0	0	0	0
2024	Nombre de substances quantifiées	18				60	8
	Nombre de substances recherchées	734	0	0	0	3827	184

Tableau 41. Efforts analytiques et niveaux de contamination du Dessoubre et de la Réverotte par les micropolluants dissous entre 2022 et 2024 (hors pesticides). Station ADES : 2 campagnes par an ; station 6020500 : 12 campagnes en 2024 ; station 6020450 : 4 campagnes en 2024.

La source du Dessoubre est polluée de façon chronique par de nombreuses substances indicatrices de pressions domestiques (*lato sensu*). A noter que les travaux d'amélioration de la STEP d'Orchamps-Vennes engagés en 2021 sont terminés : étant fonctionnelle depuis septembre 2024, les effets pourront être appréciés lors des campagnes basses eaux 2025 et ultérieures. L'accroissement du nombre de quantifications en 2024 dans cette source est à rapprocher du plus grand effort analytique qui y est opéré.

Une autre forte pression domestique s'exerce en fermeture de bassin, disposant d'un typage industriel davantage affirmé qu'au niveau de la source (rejet de la STEU de Maîche via le Bief de Bran ?).

Comparativement, les efforts analytiques et chroniques de données en la matière sur les autres stations furent nettement moindres. On ne peut donc conclure quant à d'autres éventuelles origines de contaminations. On notera toutefois que toutes disposent d'au moins une quantification positive par une substance micropolluante dissoute.

Support sédiment

	6020401	6020460	6017995	6020500	6020450
Nombre de substances quantifiées				21	15
Nombre de substances recherchées	0	0	0	312	101

Tableau 42. Efforts analytiques et niveaux de contamination du Dessoubre par les micropolluants adsorbés en 2024 (hors pesticides). Pas de mesure en 2022 et 2023.

Les sédiments du Dessoubre sont contaminés principalement par des HAP. Leurs origines peuvent être multiples, dont via des contaminations atmosphériques diffuses (e.g. chauffage au bois) reconnues pour être notoirement élevées dans le massif du Jura. Les plus fortes concentrations au niveau de la source (Consolation-Maisonnettes) et plus encore de la fermeture de bassin sont possiblement corrélées avec les rejets domestiques respectifs impactant ces 2 stations (lessivages de sols urbains et péri-urbains ?).

On note la contamination conjointe des sédiments par les nonylphénols, substances tensio-actives aux multiples usages industriels et domestiques, soulignant une nouvelle fois l'importance de ce type de pression sur la qualité du Dessoubre, de ses sources à la fermeture de bassin.

Le sédiment de la partie apicale (Consolation-Maisonnettes) est aussi contaminé par des phtalates (pression domestique *lato sensu*), et la fermeture de bassin par un PCB (pollution généralement associée à une pression industrielle historique, via le Bief de Bran ?).

Ces observations corroborent une nouvelle fois la présence de fortes pressions domestiques s'exerçant sur les parties apicales et distales du Dessoubre.

	Paramètre	Nb quantif. 2021	Concentration moyenne 2021 (µg/kg MS)
6020401	HAP		
	Anthracène	1	35
	Benzo(a)anthracène	1	184
	Benzo(a)pyrène	1	194
	Benzo(b)fluoranthène	1	150
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	134
	Benzo(k)fluoranthène	1	86
	Chrysène	1	310
	Dibenzo(a,h)anthracène	1	44
	Fluoranthène	1	397
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	109
	Phénanthrène	1	121
	Pyrène	1	316
	Total HAP	12	173
	Phtalates		
	Di(2-ethylhexyl)phtalate	1	65
	Total Phtalates	1	65
6017995	Autres MPO		
	4-nonylphenols ramifiés	1	409
	Total Autres MPO	1	409
6017995	HAP		
	Benzo(a)anthracène	1	22
	Benzo(a)pyrène	1	35
	Benzo(b)fluoranthène	1	33
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	36
	Benzo(k)fluoranthène	1	17
	Chrysène	1	47
	Fluoranthène	1	89
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	27
	Phénanthrène	1	36
	Pyrène	1	60
	Total HAP	10	40
	Autres MPO		
	4-nonylphenols ramifiés	1	488
	NONYLPHENOLS	1	450
	Total Autres MPO	2	469

Tableau 43. Micropolluants adsorbés (hors pesticides) quantifiés depuis 2021 dans le Dessoubre (hors source).

	Paramètre	Nb quantif. 2021	Concentration moyenne 2021 (µg/kg MS)	Nb quantif. en 2024	Concentration moyenne 2024 (µg/kg MS)
6020500	HAP				
	Acénaphthène			1	10,6
	Acénaphthylène	1	11	1	10,0
	Anthanthrène	1	15	1	20,5
	Anthracène	1	13	1	32,1
	Benzo(a)anthracène	1	43	1	84,0
	Benzo(a)pyrène	1	51	1	79,5
	Benzo(b)fluoranthène	1	68	1	96,9
	Benzo(e)pyrène			1	58,7
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	35	1	41,2
	Benzo(k)fluoranthène	1	25	1	38,9
	Chrysène	1	38	1	70,2
	Fluoranthène	1	79	1	176,0
	Fluorène			1	13,9
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	28	1	36,4
	Méthyl-2-Fluoranthène			1	18,3
	Pérylène			1	22,5
	Phénanthrène	1	31	1	129,0
	Pyrène	1	75	1	139,0
	Triphénylène			1	18,2
	Total HAP	14	37	19	57,7
	PCB				
	Dibenzofuran			1	6,5
	Total PCB			1	6,5
	Autres MPO				
	Anthraquinone	1	7	1	22,3
	Total Autres MPO	1	7	1	22,3
6020450	HAP				
	Acénaphthylène			1	3,1
	Anthracène	1	156	1	7,8
	Benzo(a)anthracène	1	250	1	44,0
	Benzo(a)pyrène	1	225	1	43,6
	Benzo(b)fluoranthène	1	170	1	40,5
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	147	1	29,8
	Benzo(k)fluoranthène	1	96	1	23,4
	Chrysène	1	410	1	49,3
	Dibenzo(a,h)anthracène	1	53	1	8,6
	Fluoranthène	1	615	1	90,3
	Fluorène			1	2,1
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	146	1	31,2
	Phénanthrène	1	177	1	24,5
	Pyrène	1	429	1	74,6
	Total HAP	12	240	14	33,8
	Autres MPO				
	4-nonylphenols ramifiés	1	384		
	NONYLPHENOLS	1	353		
	Phosphate de tributyle			1	6,0
	Total Autres MPO	2	369	1	6,0

Tableau 44. Micropolluants adsorbés (hors pesticides) quantifiés depuis 2021 dans le Dessoubre (hors source).

3. Métaux lourds

Support eau

ETM	NQE	LQ	BSS001KYCE	6020500	
			2022	2021	2024
Arsenic	0,83	0,05	0,245	0,215	0,210
Cadmium	0,15	0,01	0,027	0,011	0,023
Chrome	3,4	0,5	<LQ	<LQ	<LQ
Cuivre	1	0,1	0,775	0,475	0,458
Mercure	0,07	0,01	<LQ	<LQ	<LQ
Nickel	4	0,5	0,75	0,78	0,673
Plomb	1,2	0,05	<LQ	<LQ	0,160
Zinc	7,8	1	4,31	1,925	1,870

Tableau 45. Concentration moyenne annuelle en ETM dissous depuis 2021 (µg/l). Couleurs selon (non-)dépassement de la LQ (bleu/vert) et de la NQE (vert/rouge).

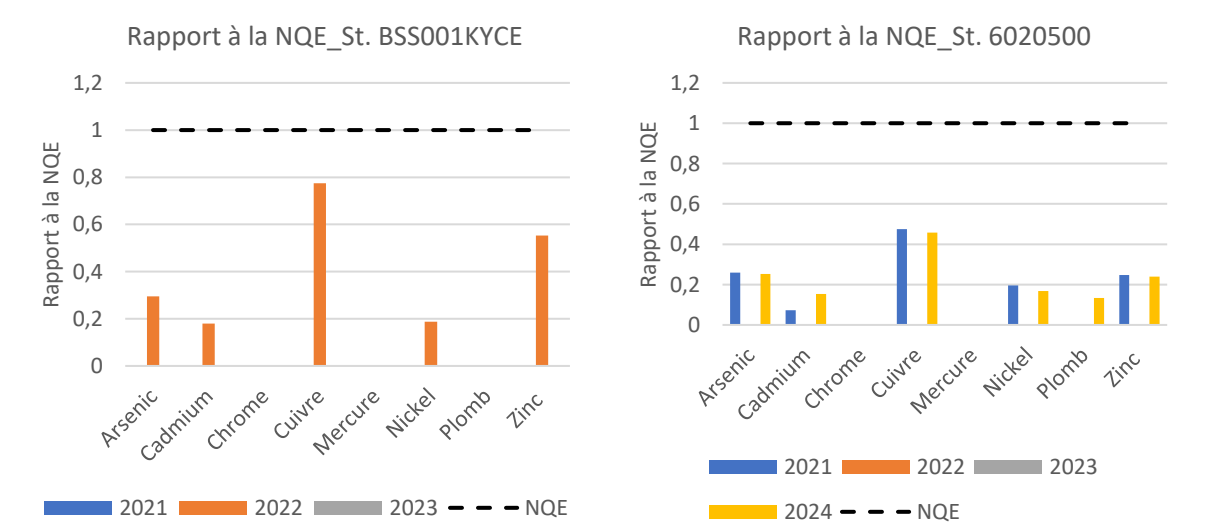


Figure 61. Rapport des teneurs moyennes 2021 et 2024 en ETM avec les NQE respectives.

Il ne fut pas constaté de pollution ostensible de la fermeture de bassin du Dessoubre par les ETM dissous en 2024, et sans évolution notable depuis 2021. Au niveau de la source, on notera tout au plus une tendance à des concentrations un peu plus élevées en cuivre et zinc lors des investigations de 2022.

Support sédiments

ETM	6020450	6020500	
	2021	2021	2024
Arsenic	3,91	3,3	7,7
Cadmium	0,44	0,4	0,4
Chrome	9,05	11,3	10
Cuivre	3,33	3,2	3,3
Mercure	0,019	<LQ	0,01
Nickel	7,68	4,9	5,6
Plomb	7,93	4,1	4,6
Zinc	36,6	29,6	132
Etain	0,29	0,6	0,4

Tableau 46. Concentrations en ETM adsorbés dans le Dessoubre et la Réverotte (mg/Kg MS). Couleurs = SEQ-Eau V2.

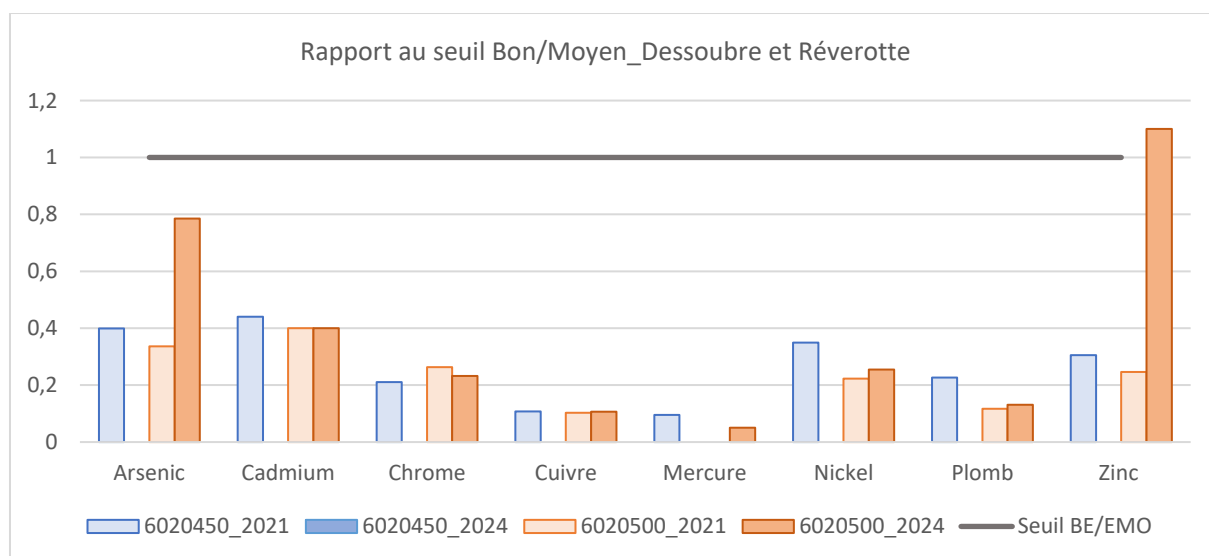


Figure 62. Profil de contamination sédimentaire du Dessoubre et la Réverotte (rapports au seuil bon/moyen du SEQ Eau).

Comme pour les ETM dissous de la source et fermeture du bassin, les teneurs sédimentaires en métaux lourds en 2021 furent similaires et faibles entre Réverotte et fermeture de bassin, i.e. sans indication ostensible de pollution du BV par ces ETM.

En 2024, contrairement aux formes dissous, les investigations portées sur la fermeture de bassin ont mis en évidence un fort accroissement de la contamination sédimentaire en zinc, et secondairement en arsenic.

Support bryophytes

	6020401	6020460	6017995	6020500	6020450
ETM	2021	2021	2021	2021	2021
Arsenic	1,19	0,93	1,2	0,8	1,29
Cadmium	0,5	0,15	0,11	0,09	0,1
Chrome	3,29	3,22	2,08	2,31	2,63
Cuivre	7,69	6,34	3,5	4,2	5,6
Mercure	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Nickel	6,18	3,65	2,63	2,83	3,62
Plomb	1,28	0,88	0,55	0,75	1,24
Zinc	52,2	22,9	28,5	18,9	41,6
Etain	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ

Tableau 47. Concentrations en ETM bio-accumulés dans les bryophytes en 2021 (mg/Kg MS). Couleurs selon référentiel SEQ-Eau.

Il n'est pas constaté de bio-accumulation significative en métaux lourds dans les bryophytes des 5 stations investiguées en 2021, hormis par le cadmium en tête de bassin (où les teneurs bryophytiques en nickel et zinc sont aussi un peu plus élevées qu'ailleurs dans le BV).

Pour rappel, le medium eau a indiqué une plus forte propension à des teneurs modérées en cuivre et zinc au niveau de la source, et le medium désiment a pour sa part indiqué une problématique arsenic et zinc en fermeture de bassin.

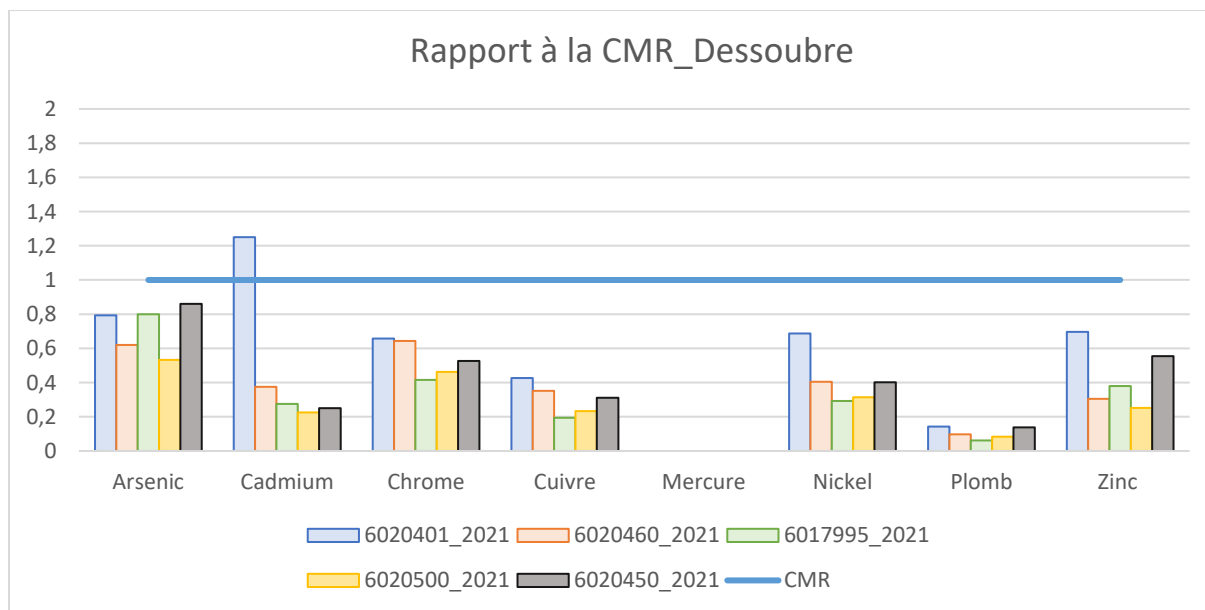


Figure 63. Rapport des teneurs 2021 en ETM bio-accumulés dans les bryophytes avec les CMR (concentration métallique repère) respectives.

En conclusion, le BV du Dessoubre n'est pas exempt de contamination par les métaux lourds, mais celle-ci semble s'effectuer à bas bruit que ce soit en ouverture ou fermeture de bassin, à l'image des pressions anthropiques qui y ont été par ailleurs documentées.

G. Hydrobiologie

1. Diatomées

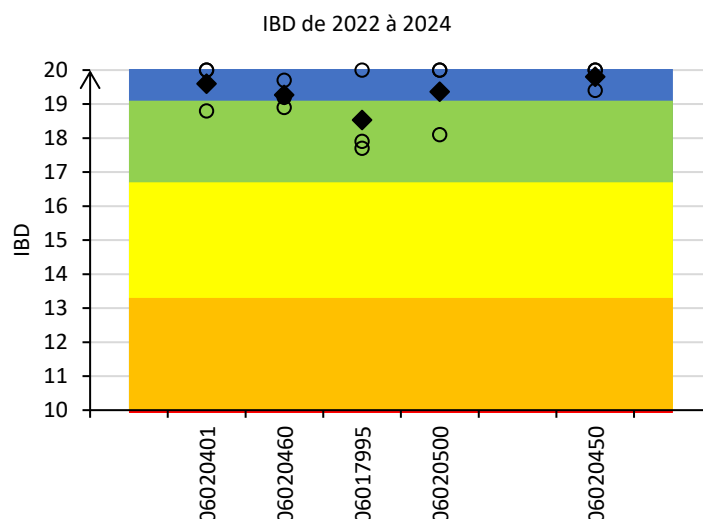
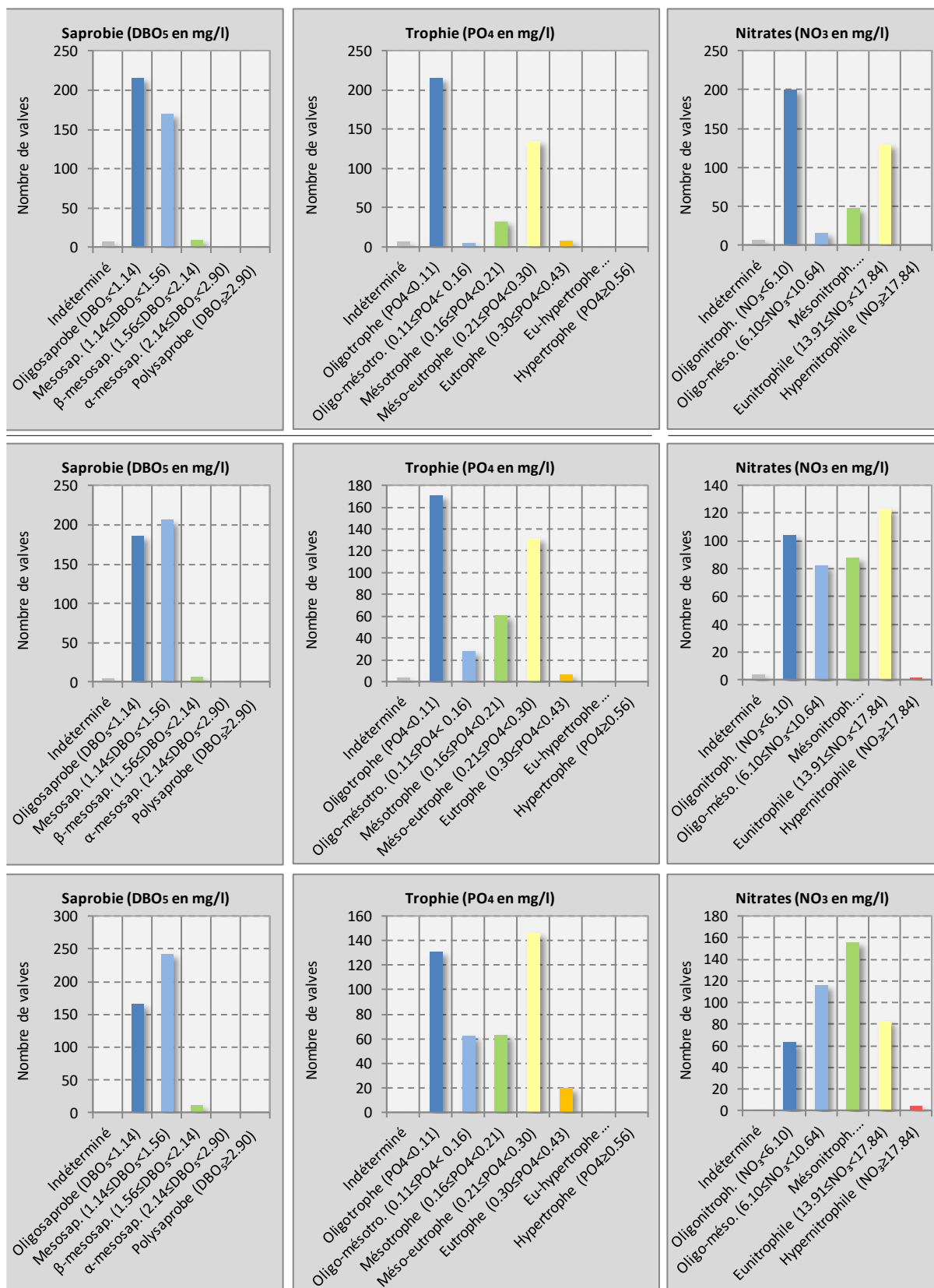


Figure 64. Valeurs de l'IBD (classes d'état DCE). Echelles de 10/20 à 20/20.

La qualité diatomique du Dessoubre se dégrade progressivement le long de son linéaire jusqu'à Vacluse, puis elle tend à s'améliorer au niveau de la fermeture de bassin. A noter toutefois que cette qualité ne s'avère pas pleinement optimale dès la source et au niveau de la fermeture de bassin. Comparativement, la qualité diatomique de la Réverotte s'avère plutôt préservée.



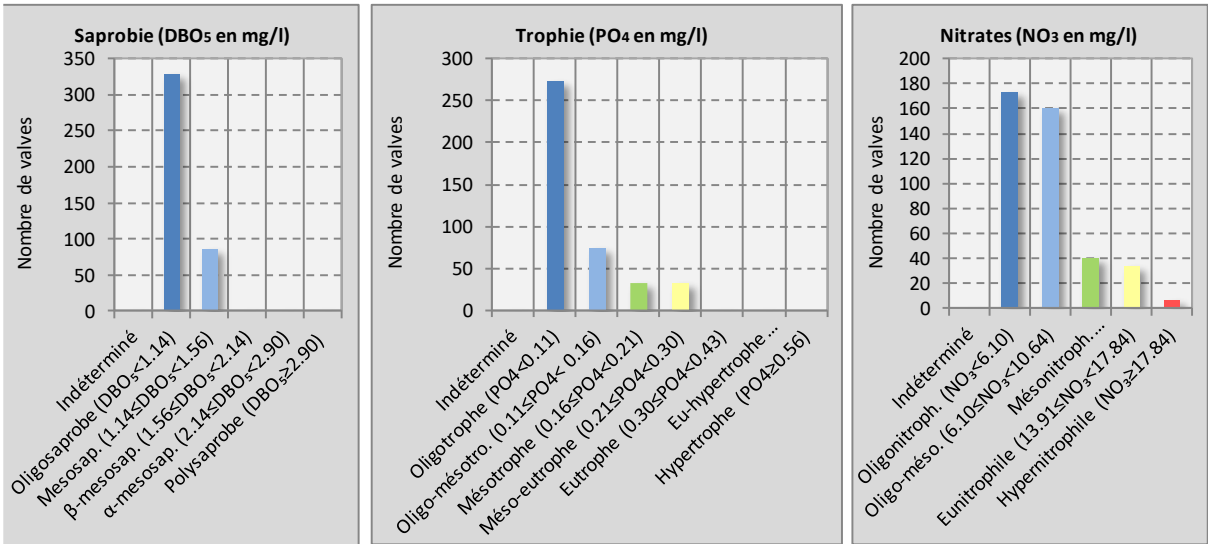


Figure 65. Profils de sensibilité des communautés diatomiques en 2024 aux paramètres DBO5, PO4 et NO3 dans les stations patrimoniales du Dessoubre à Consolation-Maisonnettes (en haut), à Bretonvillers (2^{ème} ligne), à Vaucuse (3^{ème} ligne) et Réverotte (en bas)

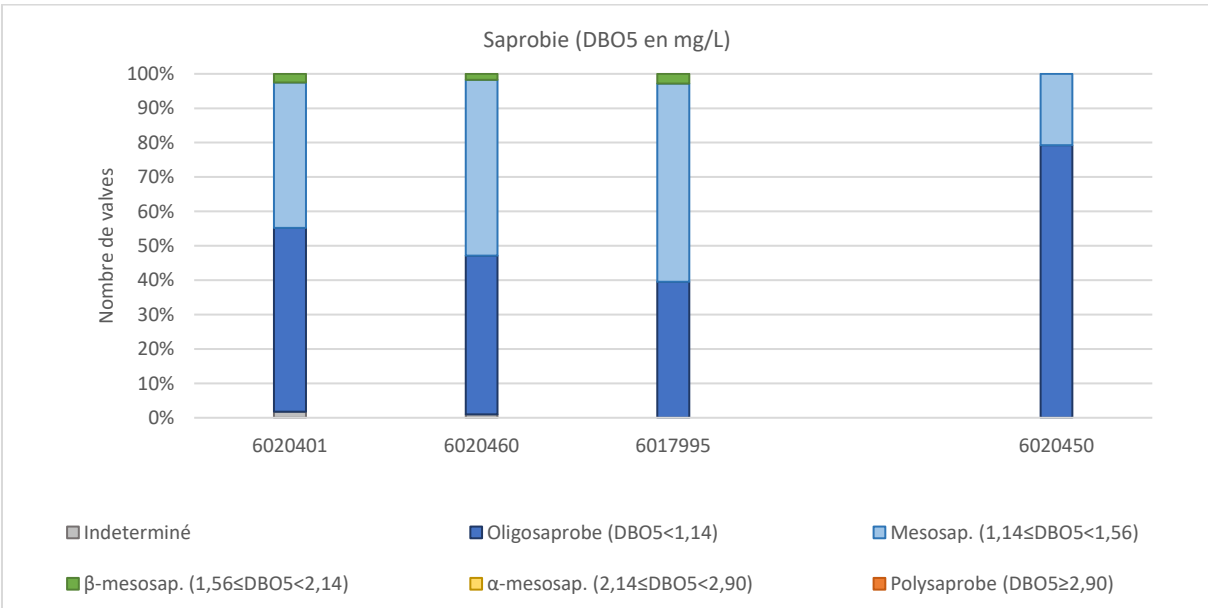


Figure 66. Profils de sensibilité des communautés diatomiques en 2024 aux paramètres DBO5 dans le BV du Dessoubre et de la Réverotte.

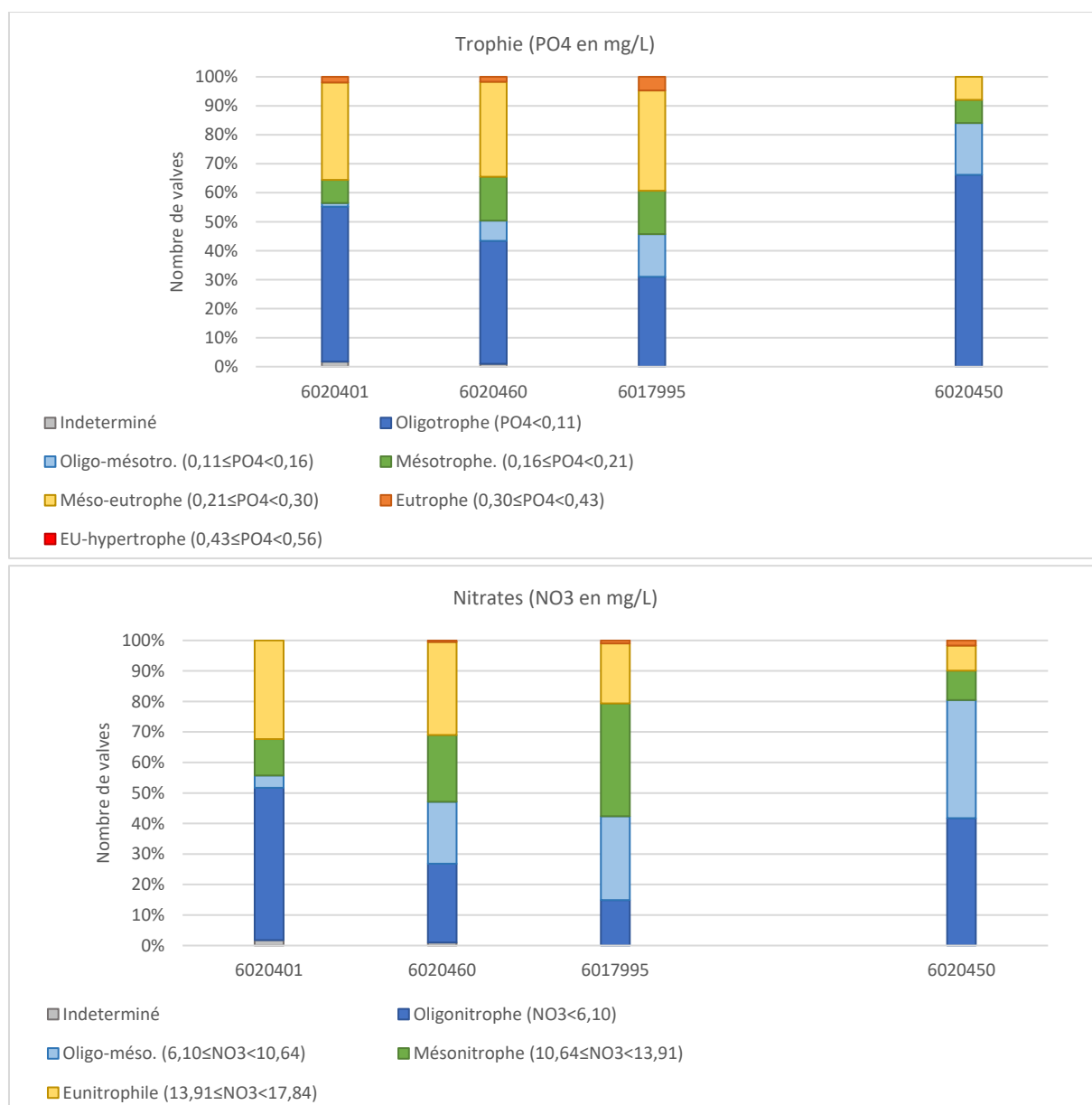


Figure 67. Profils de sensibilité des communautés diatomiques en 2024 aux paramètres PO4 (en haut) et NO3 (en bas) dans le BV du Dessoubre et de la Réverotte.

Les données de bio-indications s'inscrivent en cohérence avec les valeurs moyennes des IBD, mais s'avèrent peu explicatives des pressions physico-chimiques précédemment documentées, en particulier les fortes dystrophies apicales.

2. Macro-invertébrés

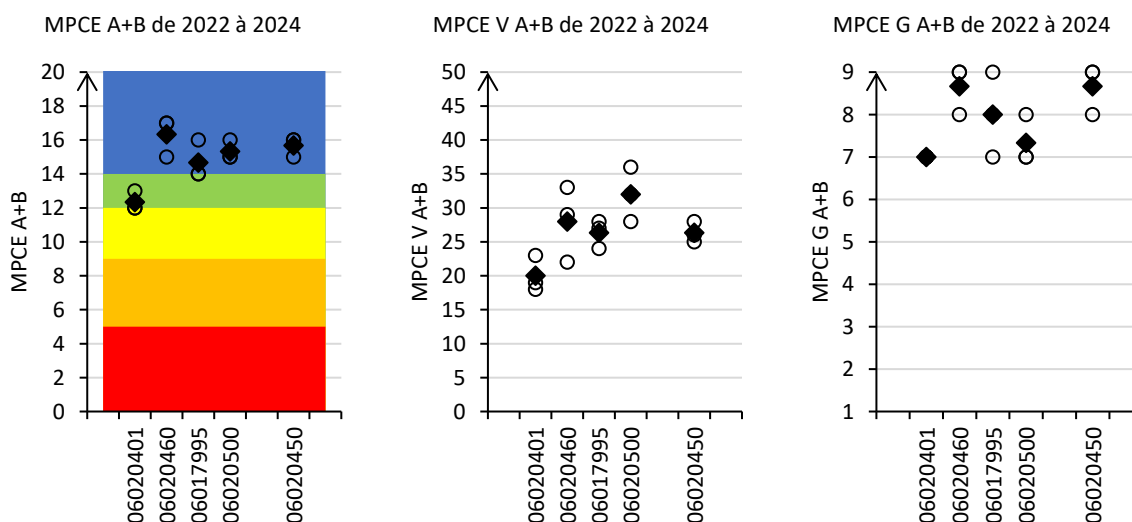


Figure 68. IBG-DCE et métriques associées (variété et rang du groupe indicateur) au cours de ces 3 dernières années.

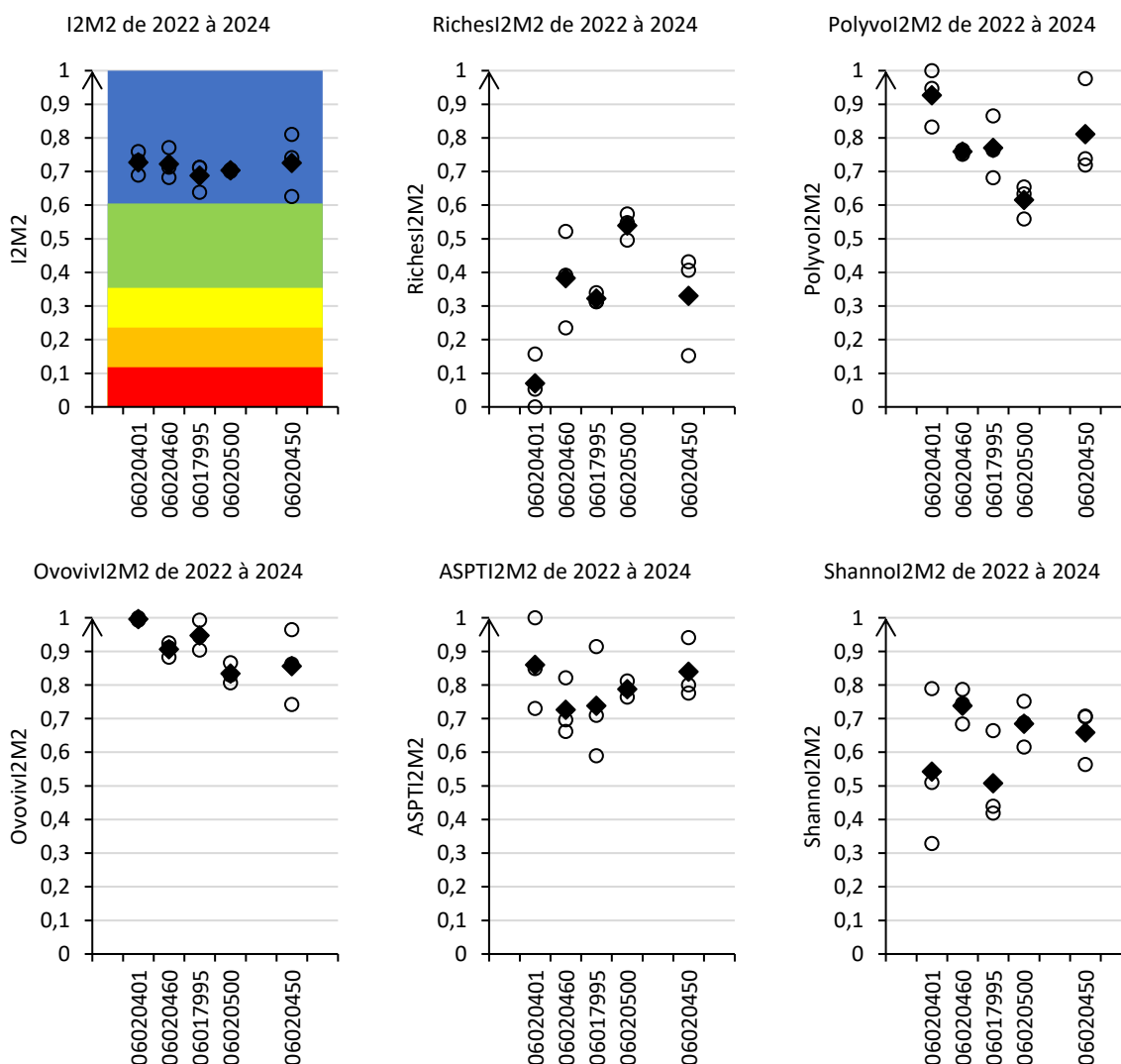


Figure 69. I2M2 et métriques élémentaires associées au cours de ces 3 dernières années. Losange = moyenne.

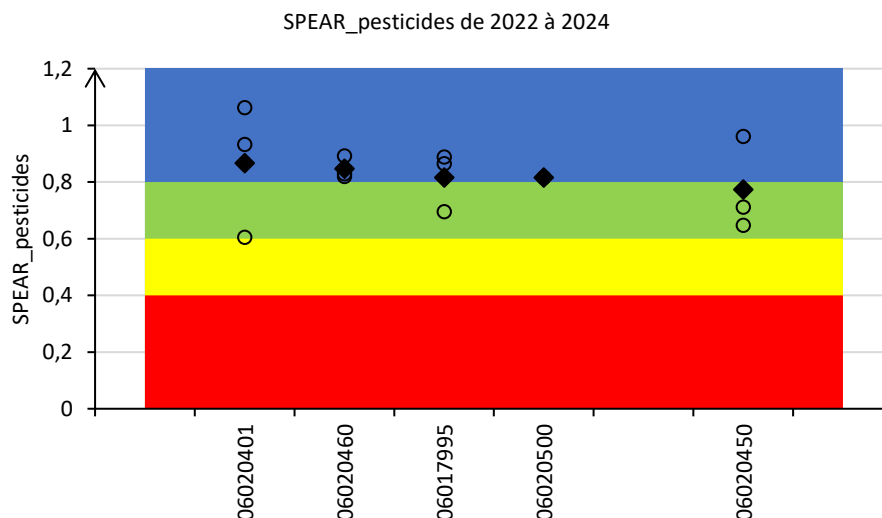


Figure 70. Valeurs de l'indice SPEAR pesticide des communautés macrobenthiques du BV du Dessoubre ces 3 dernières années (2022-2024). Les classes de qualités sont celles relatives à l'indice *sensu stricto*, i.e. indépendant des états DCE.

Les indices MPCE et I2M2 indiquent des qualités macrobenthiques bonnes sans être pleinement optimales dans l'ensemble des stations investiguées, parfois sans grand contraste entre elles.

Globalement, les indicateurs de la sensibilité des taxons sont eux aussi plutôt bons mais non optimaux. En revanche, on constate de façon générale un déficit en diversité taxonomique (et secondairement un déséquilibre de l'édifice communautaire), plus particulièrement marqué dans la station apicale (possiblement en lien avec des blooms algaux plus fréquents dans cette station). A l'inverse, la richesse taxonomique est plus élevée dans la station distale, possiblement à rapprocher d'un glissement typologique plus favorable (donc sans lien direct nécessaire avec une amélioration du milieu). La Réverotte s'inscrit pour sa part à un niveau proche de celui de la station du Dessoubre à la plus proche (06020460, Dessoubre à Bretonvillers).

L'indice SPEAR s'inscrit lui aussi dans cette dynamique de valeurs relativement homogènes, à la limite avec un contexte préservé/faiblement sous pression, y compris au niveau de la Réverotte, i.e. plutôt bonne sensibilité des peuplements, mais diversité taxonomique modérée.

3. Poissons

DESSOUBRE A CONSOLATION-MAISONNETTES 2

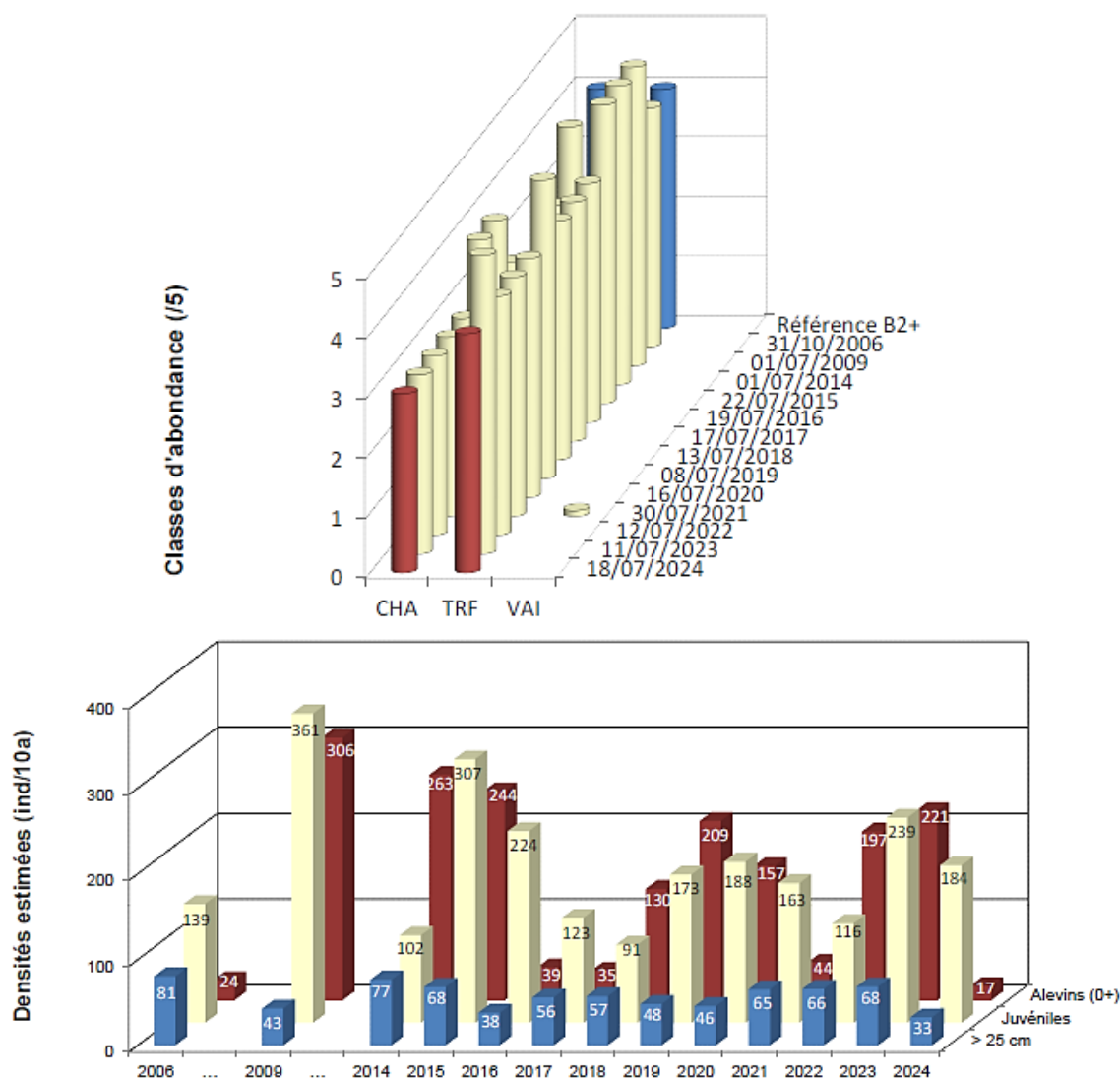


Figure 71. Comparaison entre référentiel typologique et données historiques au niveau de la station à Consolation-Maisonnettes (extrait fiche station réalisée par la Fédération de Pêche du Doubs).

Le peuplement piscicole de cette tête de bassin est globalement conforme à la référence d'un point de vue qualitatif et quantitatif. Contrairement à 2023 et aux années précédentes et pour le première fois depuis le début des suivis, la biomasse de truites ne peut plus être qualifiée d'élevée même si elle demeure à un niveau convenable. L'abondance chute de près d'un tiers par rapport à la saison précédente, la densité des géniteurs est divisée par 2 en une seule saison pour atteindre son niveau le plus bas. Seuls les juvéniles d'1 et 2 ans maintiennent leur effectifs grâce aux bons recrutements observés en 2022 et 2023 (présence anecdotique des alevins en 2024).

DESSOUBRE A BRETONVILLERS

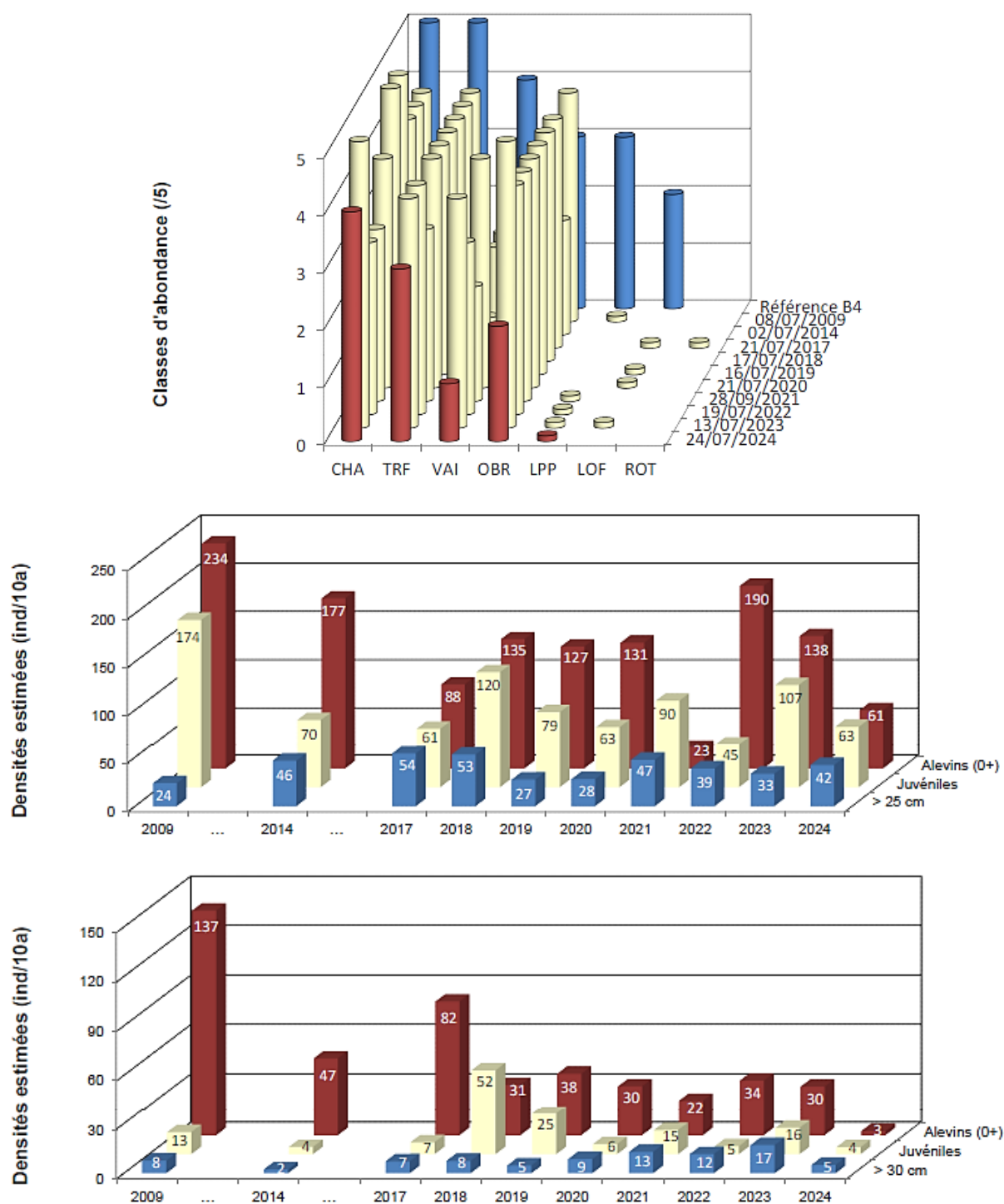


Figure 72. Comparaison entre référentiel typologique et données historiques au niveau de la station à Bretonvillers (haut), et structuration du peuplement en truites (centre) et en ombres (bas). Extrait fiche station réalisée par la Fédération de Pêche du Doubs.

Le peuplement est globalement conforme d'un point qualitatif mais une baisse globale des abondances, toutes espèces confondues, est constatée en 2024.

La biomasse comme les effectifs de truite fario sont stables par rapport à la saison précédente, restant dans la gamme moyenne observée depuis le début des suivis. En revanche, le recrutement de cette année est faible et l'abondance globale de l'espèce est nettement inférieure à l'optimal attendu.

Après une année 2023 extrêmement bénéfique pour les populations d'ombre commun, l'année 2024 voit les effectifs chuter drastiquement. Tous les écostades sont concernés, même le recrutement annuel qui est au plus bas. On se retrouve donc dans la situation post-mortalité de 2014, les alevins de l'année en moins. Une augmentation de la mortalité des stades les plus âgés au cours du printemps explique en partie la situation.

Le chabot et le vairon voient également leur abondance diminuer, de manière significative pour le second.

DESSOUBRE A VAUCLUSE 2

Cette station n'a pas fait l'objet de suivi en 2024. Sont donc présentés ci-dessous les graphes et conclusions de 2023.

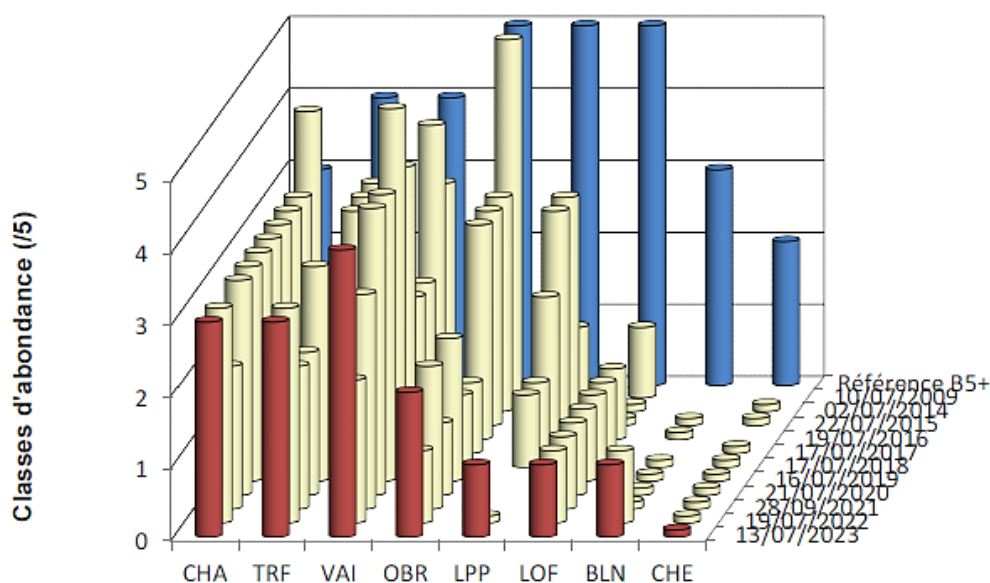
Le peuplement piscicole du Dessoubre à Vacluse présente un état de conservation moyen à médiocre, stable. Les peuplements sont conformes à la référence d'un point de vue qualitatif, mais la plupart des espèces disposent de déficits quantitatifs sévères ne s'améliorant pas depuis plusieurs années.

L'étiage estival a une nouvelle fois engendré des caractéristiques thermiques particulièrement défavorables pour les espèces à affinité typologiques apicale (pointe journalière à 22,6°C - très proche du record stationnel - et 42 jours avec des épisodes quotidiens dépassant les 19°C).

La situation de la truite fario évolue peu et l'espèce reste assez largement déficitaire sur la station, tant au niveau de la biomasse que des effectifs.

A la peine depuis les mortalités de 2014 et 2017, la population d'ombres demeure préoccupante et ses densités très nettement en deçà de l'optimal attendu. On retrouve toutefois cette année quelques juvéniles et géniteurs, après une saison 2022 qui n'avait révélé que la présence d'alevins de l'année.

A noter par ailleurs la présence d'une population bien implantée en écrevisses signal.



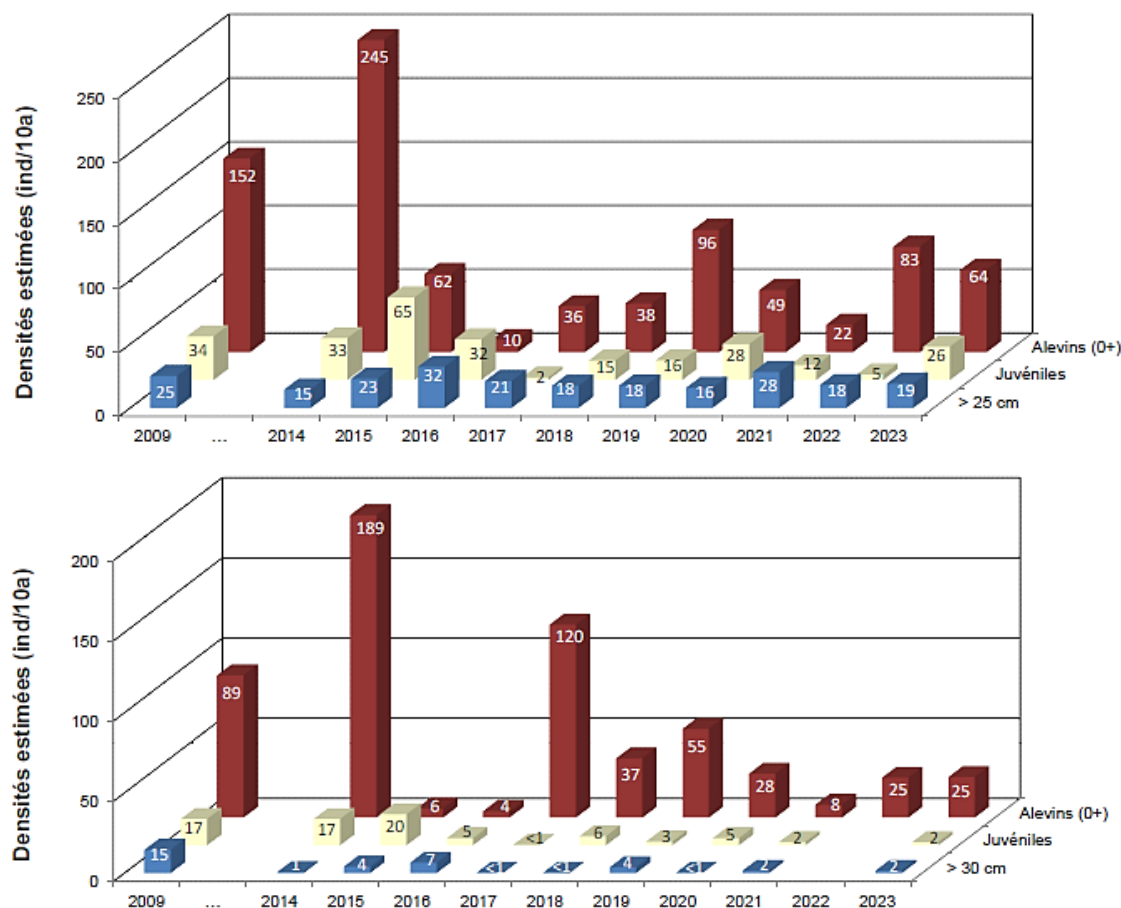


Figure 73. Comparaison entre référentiel typologique et données historiques au niveau de la station à Vaucluse (haut), et structuration du peuplement en truites (centre) et en ombres (bas). Extrait fiche réalisée par la Fédération de Pêche.

H. Conclusion

Dès la source karstique du Dessoubre, à une pression agricole diffuse mais très prégnante sur les plateaux au sud de la vallée s'ajoute notamment le rejet domestique de la STEP d'Orchamps-Vennes (travaux d'amélioration engagés en 2021 et s'étendant jusqu'à 2024). En résulte une forte dystrophie phosphorée accompagnée d'une pollution significative et chronique (quoiqu'en décroissance) par les nitrates (contribuant aux blooms algaux conséquents dans ce secteur apical), mais aussi une contamination du milieu par de multiples micropolluants... Malgré ces pressions qualitatives ostensibles, la biologie y demeure plutôt de bonne qualité, malgré un impact des blooms algaux récurrents.

Plus en aval, la dystrophie phosphorée y est toujours présente de façon chronique mais moins intense, de même pour la pollution du milieu par les nitrates. En revanche, la contamination par les nitrites y est un peu plus affirmée. A cela s'ajoute la présence de multiples pesticides, micropolluants et substances médicamenteuses en fermeture de bassin, d'où un macrobenthos davantage adapté à des pressions récurrentes et les populations piscicoles davantage dysfonctionnelles.

Parmi les hypothèses explicatives de ces pressions additionnelles le long du linéaire figure une pression agricole diffuse toujours aussi prégnante (de plus en plus « porcine » dans la partie aval du BV), et/ou des pressions domestiques *lato sensu* (incluant les industries agro-alimentaires) via les multiples exurgences majeures (3 Pucelles, Froidefontaine, Vaucluse...), et aussi plus particulièrement via le rejet de Maîche via le Bief de Bran (nombreux micropolluants présents en fermeture de bassin, dont des industriels).

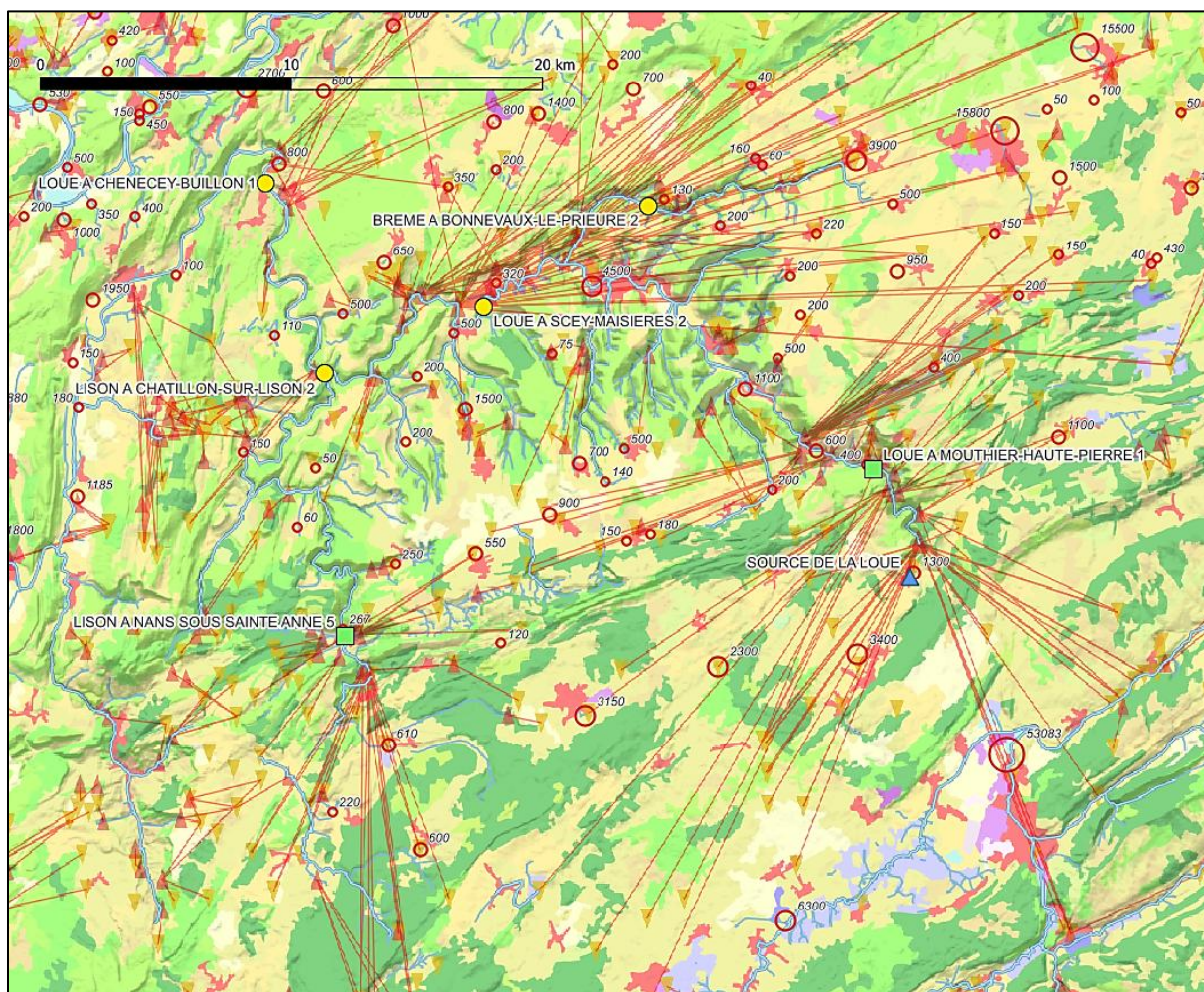
IV. Vallée de la Loue

A. Localisation

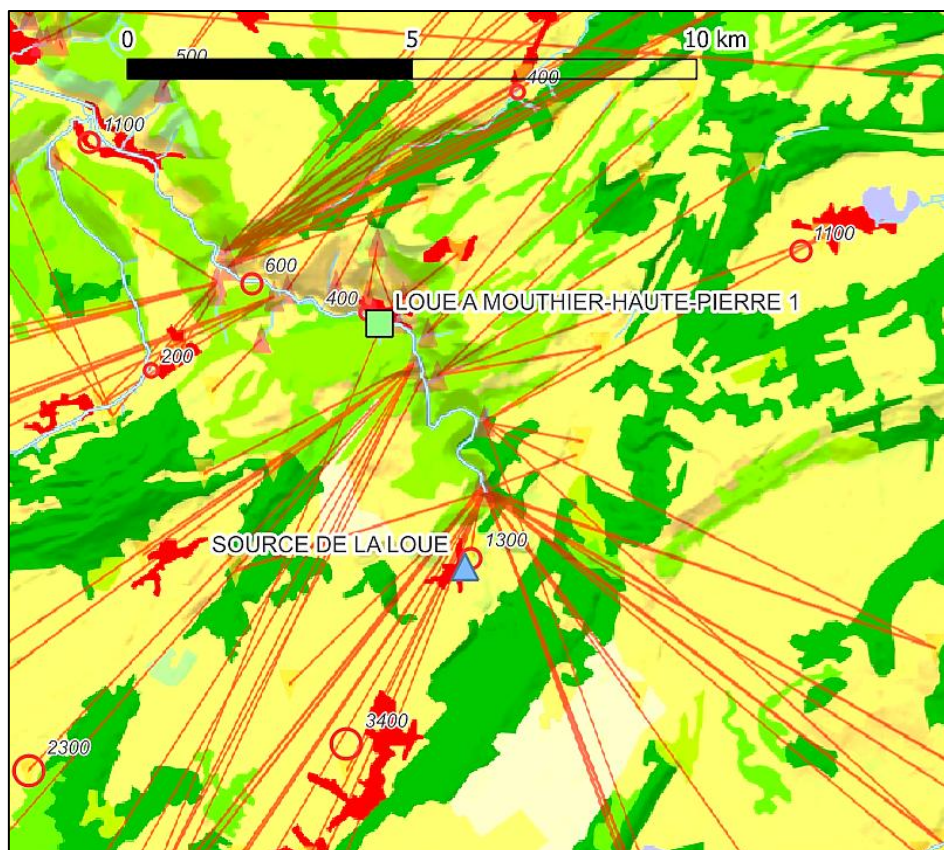
Libellé station	Code
SOURCE DE LA LOUE (ADES)	BSS001KYCE
LOUE A MOUTHIER-HAUTE-PIERRE 1 [RCS]	06031400
LOUE A SCEY-MAISIERES 2 [réseau patrimonial]	06031580
LOUE A CHENECEY-BUILLON 1 [réseau patrimonial]	06032000
BREME A BONNEVAUX-LE-PRIEURE 2 [réseau patrimonial]	06466250
LISON A NANS SOUS SAINTE ANNE 5 [RCS]	06466525
LISON A CHATILLON-SUR-LISON 2 [réseau patrimonial]	06466950

Tableau 48. Stations de suivi qualitatif des ESU/ESO du BV de la Loue.

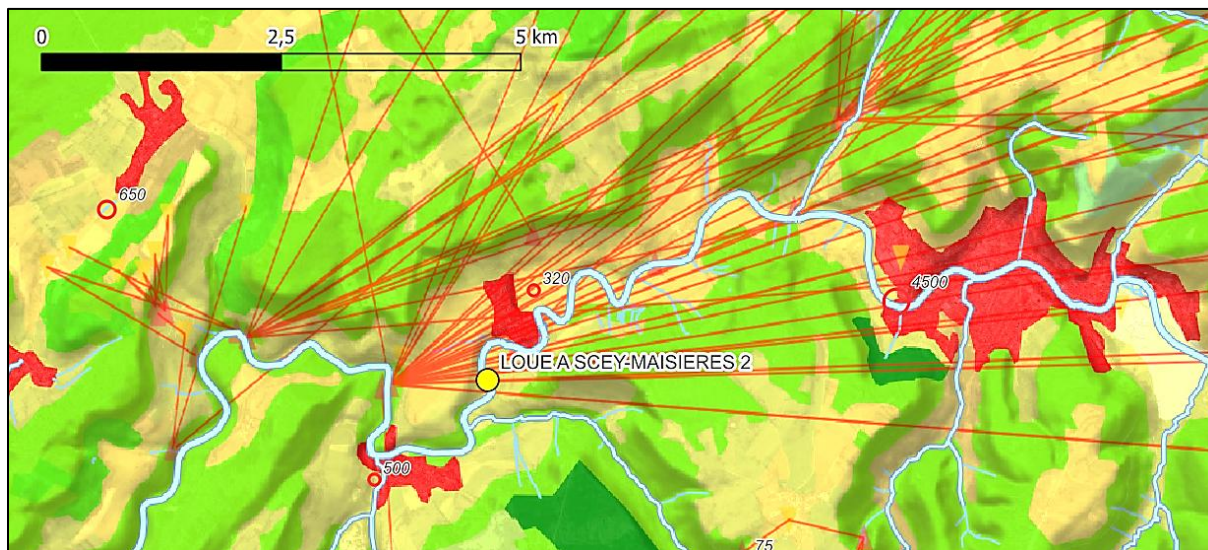
Parmi les 6 stations de suivis qualitatifs du BV doubiste de la Loue, 3 sont localisées sur la Loue *stricto sensu*, 2 sur le Lison (source et fermeture de bassin), et 1 sur la Brème.



Carte 12. Vue globale du BV de la Loue en considérant les traçages des eaux souterraines (BV hydrogéologique estimé – par CD Eau). Fond de carte = nomenclature CorineLandCover2018.



Carte 13. Aliments karstiques de la source de la Loue et stations suivies. Cercle rouge : station d'épuration.

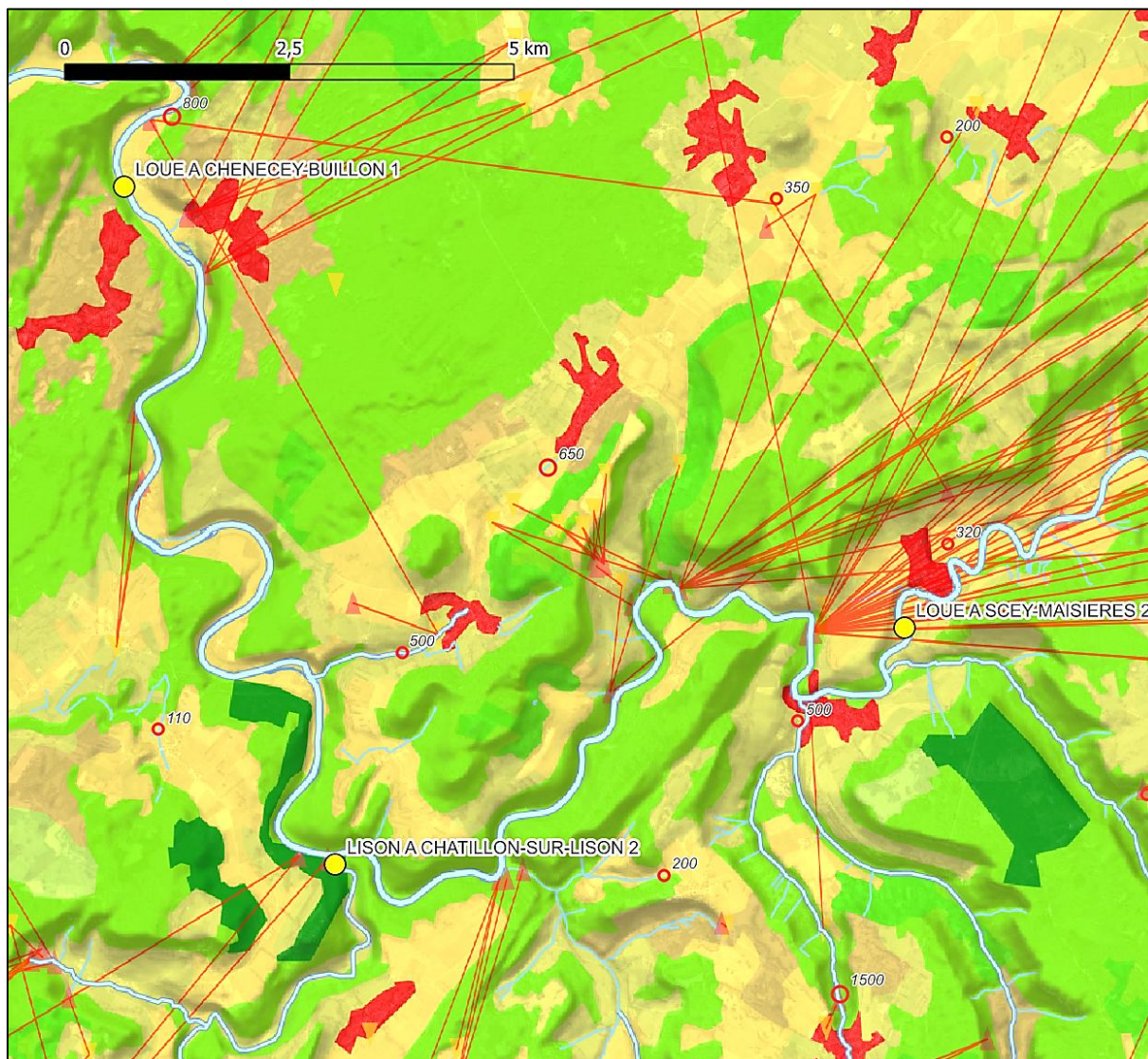


Carte 14. Loue à l'aval d'Ornans, circulations souterraines et stations suivies. Cercle rouge : station d'épuration.

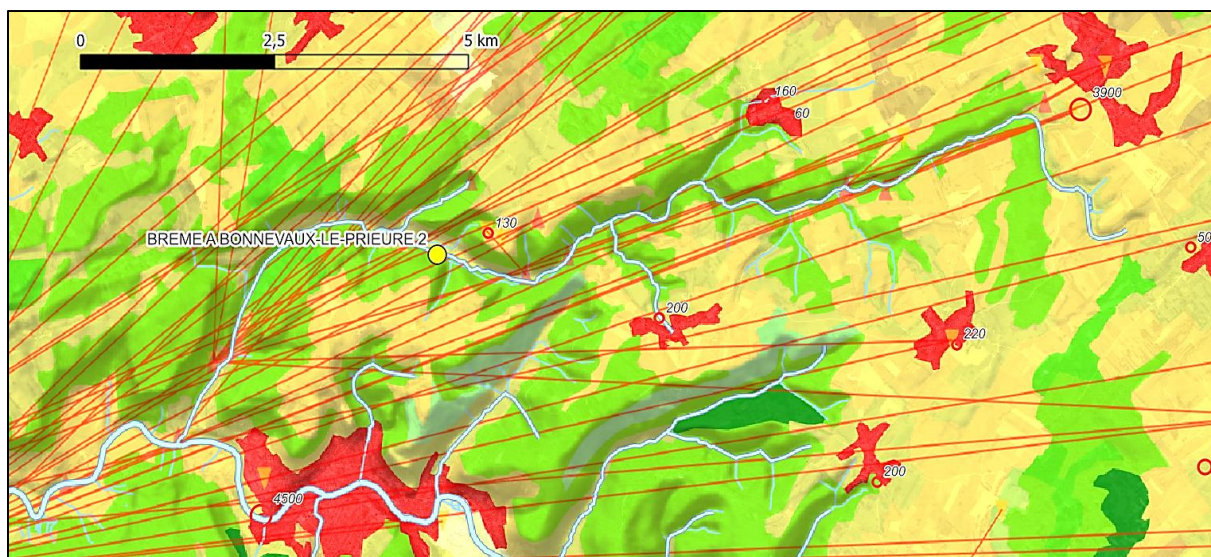
La source la Loue, dont la qualité est évaluée via la station RCS 06031400, intègre un très vaste BV allant de Levier à Frasne, de l'amont de Pontarlier aux pertes du Doubs à Arçon. Y sont donc présents de nombreuses pressions agricoles, domestiques et industrielles.

Plus en aval, la station 06031580 est localisée à l'aval d'Ornans et de Scey-Maisières, mais à l'amont de Cléron et de l'exsurgence du Maine (circulations karstiques s'étendant sur des dizaines de kilomètres plus à l'est).

Ces dernières, ainsi que le Lison et les rejets de diverses communes (Epeugney, Rurey, Amondans, Rouhe...) sont intégrées par la station localisées à Chenecey-Buillon (06032000).



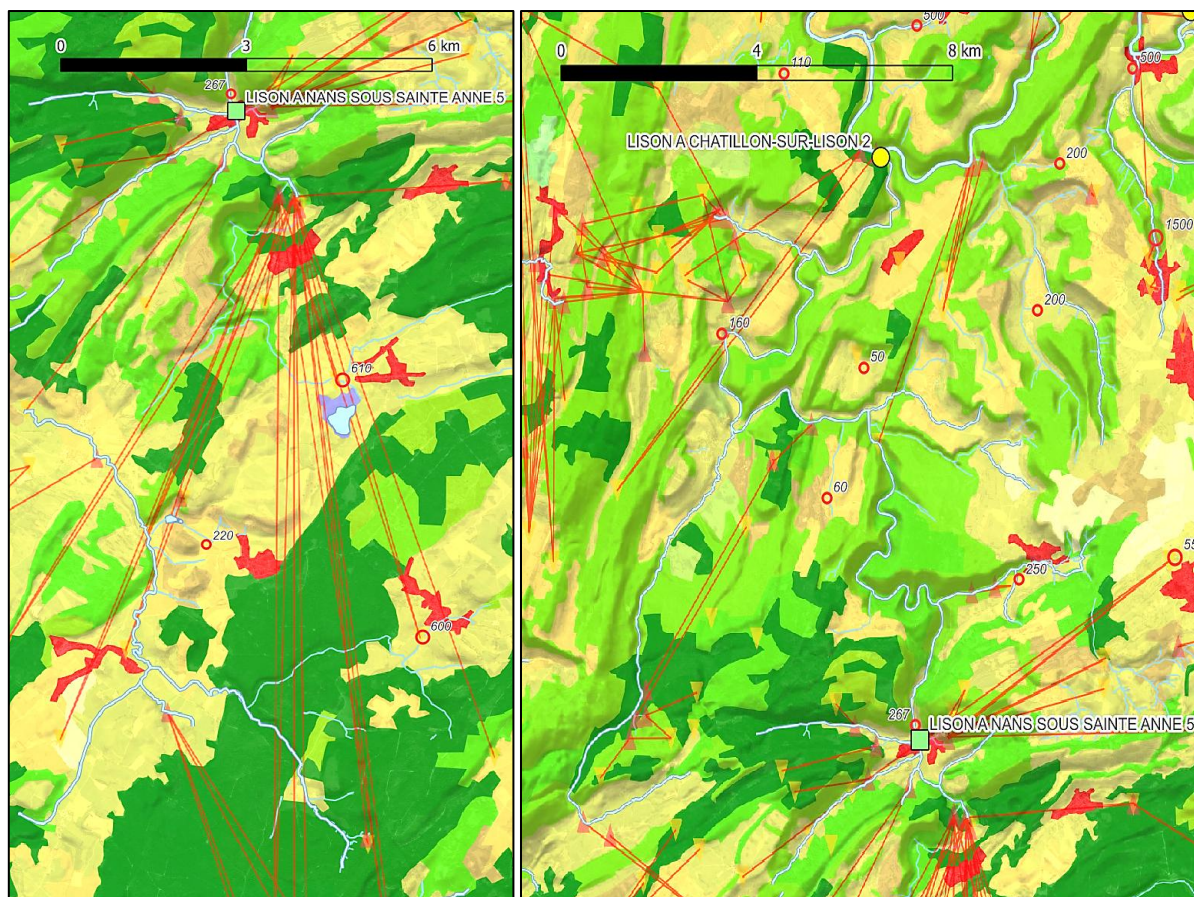
Carte 15. Loue à l'aval de l'exsurgence du Maine et confluence avec le Lison, circulations souterraines et stations suivies.
Cercle rouge : station d'épuration.



Carte 16. BV de la Brème, circulations souterraines et stations suivies. Cercle rouge : station d'épuration.

La qualité de la Brème est évaluée dans sa partie médiane au niveau de la station 06466250, à l'amont de l'exsurgence de Plaisir-Fontaine. La partie amont de ce BV est caractérisée par une activité agricole mixte et la présence des stations d'épuration de Charbonnières-les-Sapins, Saules, Guyans-Durnes, Fallérans et Etalans.

La qualité du Lison est pour sa part évaluée au niveau de sa source karstique (qui intègre un large BV hydrogéologique s'étendant une dizaine de kilomètres plus au sud) via la station RCO 06466525, et au niveau de sa fermeture de bassin via la station patrimoniale 06466950. Ce BV présente une large couverture forestière, bien que les pressions domestiques et agricoles soient aussi présentes.



Carte 17. Alimentation karstique de la source du Lison (à gauche), linéaire du Lison (à droite) et stations suivies. Cercle rouge : station d'épuration.

B. Contexte hydrologique

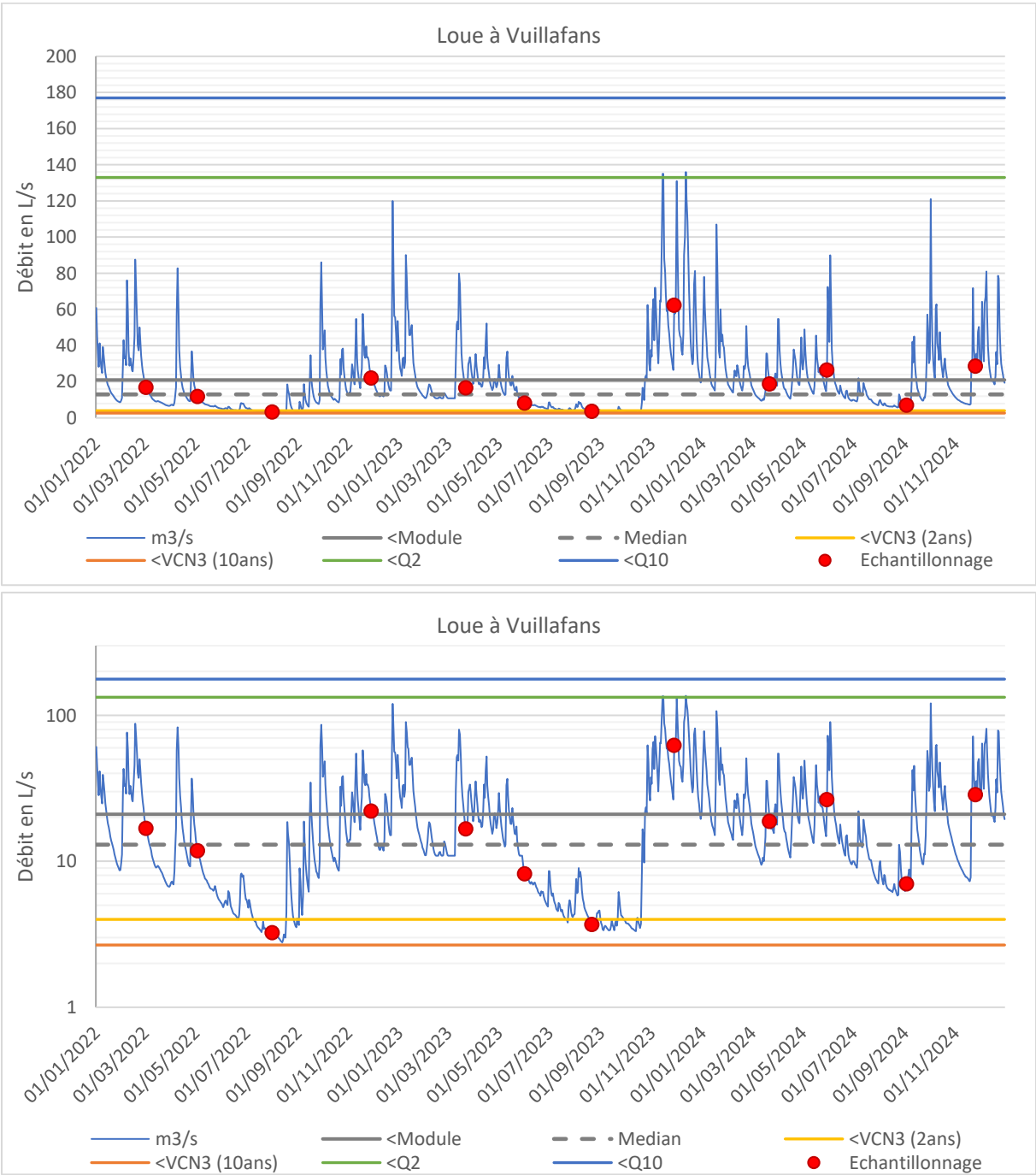


Figure 74. Chronique des débits mesurés entre le 1er janvier 2022 et le 31 décembre 2024 (3 ans) au sein de la station limnimétrique automatique localisée sur la Loue à Vuillafans. Les ronds indiquent les dates d'échantillonnages.



Figure 75. Typologies d'écoulements (5 modalités) au niveau de la station U2604073 (La Breme à Ornans) du réseau ONDE. Bleu : Ecoulement visible acceptable. Jaune : Ecoulement visible faible. Orange : Ecoulement non visible. Rouge : Assec.

3 crues successives de retour biennal furent observées durant l'hiver 2023-2024. Plus globalement, durant l'année 2024, particulièrement humide, les débits de la Loue furent au-dessus de la médiane la grande majorité du temps, et sans étiage marqué.

En revanche, les étiages de 2022 et 2023 furent particulièrement sévères (ce fut déjà le cas en 2020), avec un débit inférieur au VCN3 biennal une grande partie des mois d'août et septembre 2020 (et un plus bas approchant un VCN3 de retour décennal), et une grande partie du mois d'août 2022, puis septembre-octobre 2023. Ces écoulements faibles sur la Loue se traduisirent concomitamment par des assèchements durables de la Brème en fermeture de bassin par exemple (non observé en 2024).

C. État écologique DCE

	LOUE A MOUTHIER- HAUTE-PIERRE 1	LOUE A SCEY-MAISIERES 2	LOUE A CHENECEY- BUILLON 1
Code station	6031400	6031580	6032000
ETAT ECOLOGIQUE	Bon	Bon	Moyen
Etat Biologique	Bon	Très bon	Très bon
Diatomées	Bon	Très bon	Très bon
Macroinvertébrés	Bon	Très bon	Très bon
Poissons	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Macrophytes	Très bon	Non qualifié	Non qualifié
Eléments physico-chimiques généraux	Très bon	Bon	Moyen
Bilan de l'oxygène	Très bon	Très bon	Très bon
Oxygène dissous	Très bon	Très bon	Très bon
Taux de saturation en O2 dissous	Très bon	Très bon	Très bon
Carbone Organique dissous	Très bon	Très bon	Très bon
DBO5	Très bon	Très bon	Très bon
Nutriments	Très bon	Très bon	Bon
Ammoniaque-Ammonium	Très bon	Très bon	Très bon
Nitrites	Très bon	Très bon	Très bon
Nitrates	Très bon	Très bon	Bon
Orthophosphates	Très bon	Très bon	Très bon
Phosphore total	Très bon	Très bon	Bon
Acidification	Très bon	Bon	Bon
Température	Très bon	Bon	Moyen
Polluants spécifiques	Bon	Non qualifié	Non qualifié
Polluants synthétiques	Bon	Non qualifié	Non qualifié
Polluants non synthétiques	Bon	Non qualifié	Non qualifié

Tableau 49. Synthèse des états écologiques DCE 2025 (2022-2024) de la Loue. L'ordre des tableaux correspond à l'ordre amont-aval des stations le long du linéaire.

	BREME A BONNEVAUX-LE- PRIEURE 2	LISON A NANS SOUS SAINTE ANNE 5	LISON A CHATILLON- SUR-LISON 2
Code station	6466250	6466525	6466950
ETAT ECOLOGIQUE	Moyen	Bon	Moyen
Etat Biologique	Très bon	Bon	Très bon
Diatomées	Très bon	Très bon	Très bon
Macroinvertébrés	Très bon	Bon	Très bon
Poissons	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Macrophytes	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Eléments physico-chimiques généraux	Bon	Bon	Moyen
Bilan de l'oxygène	Très bon	Très bon	Très bon
Oxygène dissous	Très bon	Très bon	Très bon
Taux de saturation en O2 dissous	Très bon	Très bon	Très bon
Carbone Organique dissous	Très bon	Très bon	Très bon
DBO5	Très bon	Très bon	Très bon
Nutriments	Bon	Très bon	Très bon
Ammoniaque-Ammonium	Très bon	Très bon	Très bon
Nitrites	Très bon	Très bon	Très bon
Nitrates	Bon	Très bon	Très bon
Orthophosphates	Bon	Très bon	Très bon
Phosphore total	Bon	Très bon	Très bon
Acidification	Bon	Bon	Bon
Température	Très bon	Très bon	Moyen
Polluants spécifiques	Moyen	Non qualifié	Non qualifié
Polluants synthétiques	Moyen	Non qualifié	Non qualifié
Polluants non synthétiques	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié

Tableau 50. Synthèse des états écologiques DCE 2025 (2022-2024) de la Brème et du Lison.

Un déclassement en un « état écologique moyen » selon le référentiel DCE est constaté dans 3 des 6 stations investiguées : 2 en raison d'un réchauffement excessif de la température et 1 en raison d'une pollution excessive par les polluants spécifiques synthétiques.

Les chapitres suivants sont destinés à affiner ces premières observations.

D. Température et pression organique

Il n'est pas mis en évidence de pollution organique majeure parmi les 6 stations investiguées.

Comme mis en évidence par les états écologiques, on remarque une plus grande vulnérabilité au réchauffement de l'eau des stations de la Loue à Chenecey-Buillon (06032000) et du Lison à Chatillon-sur-Lison en fermeture de bassin (06466950). Les mesures indiquent aussi que ce réchauffement de la Loue pré-opère dès la station de Cléron.

En outre, on remarque que les plus fortes sursaturations en oxygène sont observées dans ces mêmes stations, ainsi que dans le Lison apical. Un questionnement quant à un lien avec une tendance à l'eutrophisation de ces milieux (notamment à la faveur de ces réchauffements) peut ainsi être soulevé.

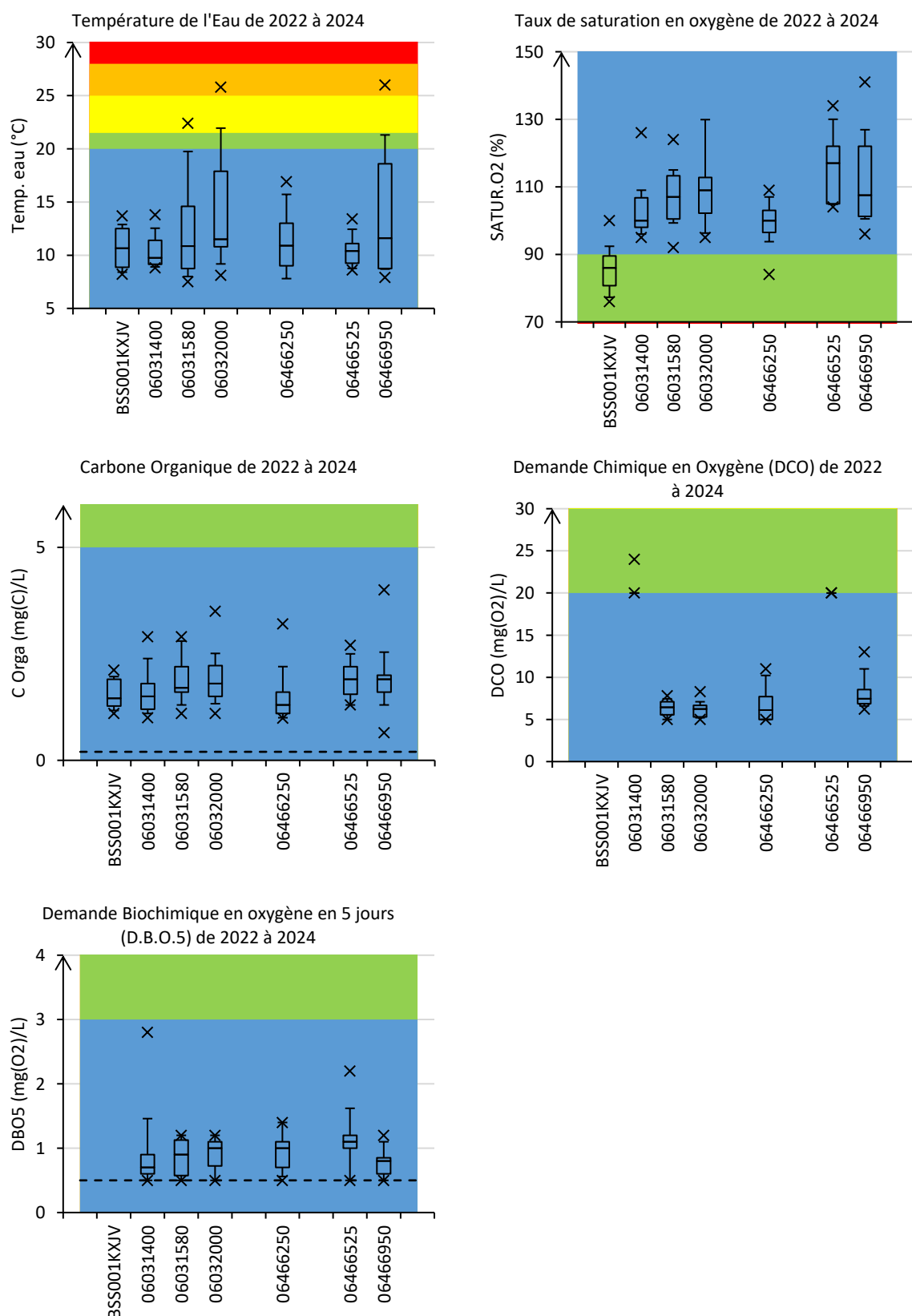


Figure 76. Variabilité sur 3 ans (min, percentiles 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, max) des mesures des paramètres du bilan de l'oxygène et de la température de l'eau.

E. Trophie

1. Matières phosphorées

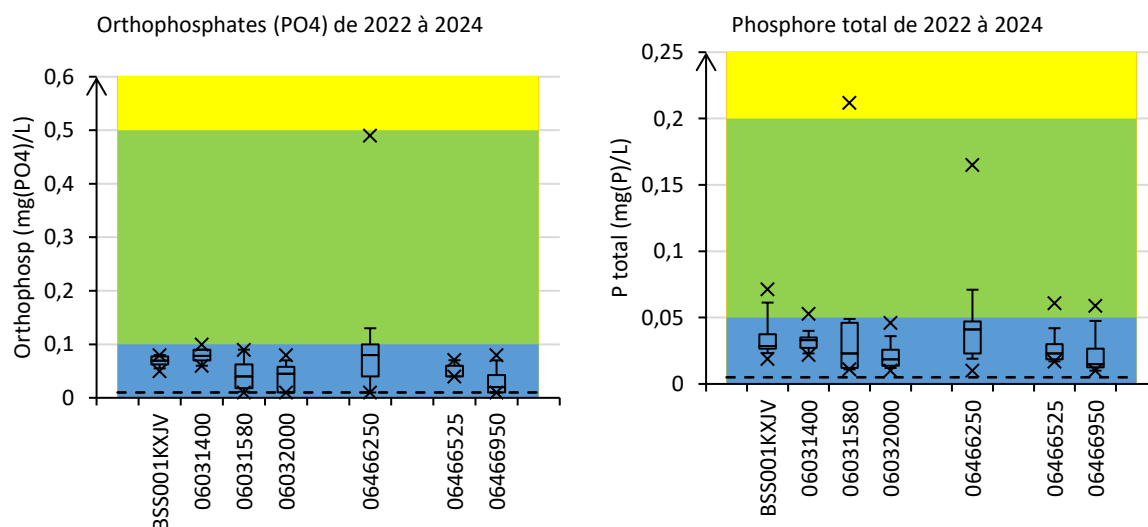


Figure 77. Variabilité sur 3 ans (min, percentiles 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, max) des teneurs en matières phosphorées (référentiel DCE).

L'ensemble du BV de la Loue est concernée par une relative dystrophie phosphorée, mais selon des modalités qui diffèrent :

- Loue : pollution accrue dans la partie apicale, d'une intensité modérée mais chronique et relativement tamponnée, puis qui décroît longitudinalement.
- Brème : pollution encore plus prégnante qu'au niveau de la source de la Loue (mais proche de ce qui est plus globalement observé dans le bassin hydrographique du Doubs), avec en outre une vulnérabilité à des pics épisodiques en orthophosphates.
- Lison : partie apicale davantage contaminée que la fermeture de bassin, avec une intensité légèrement moindre que pour la Loue.

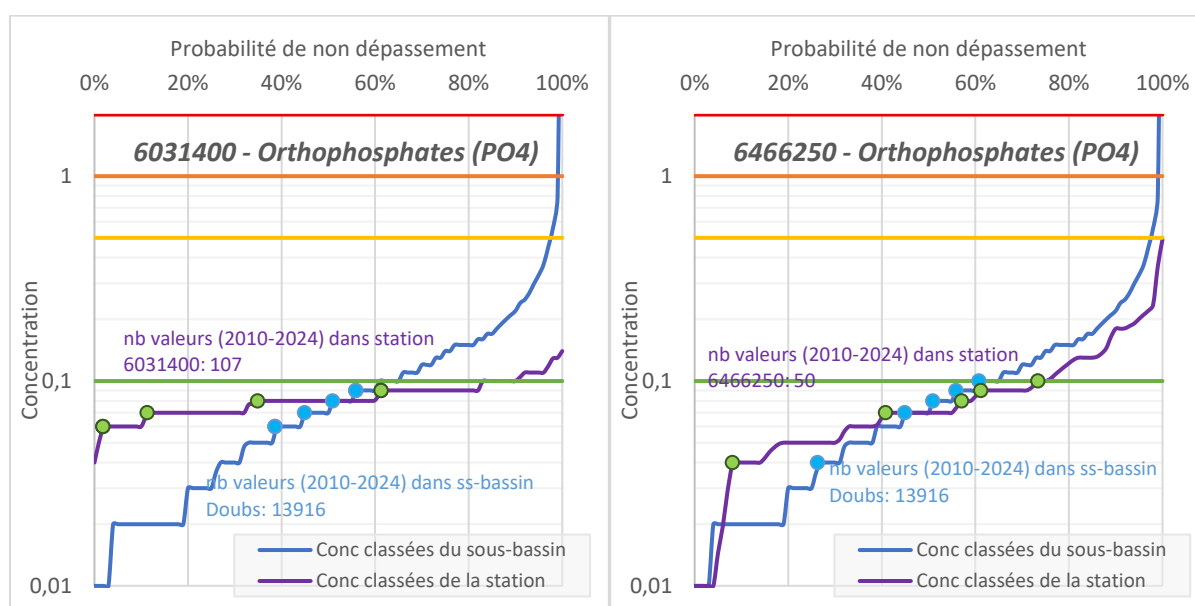


Figure 78. Probabilités d'observer les concentrations 2024 en orthophosphates (points) par rapport à ce qui est habituellement observé dans la station (courbe violette) et plus globalement dans le bassin hydrographique du Doubs (courbe bleue). À gauche : la Loue à Mouthier-Haute-Pierre; à droite : la Brème à Bonnevaux-le-Prieuré.

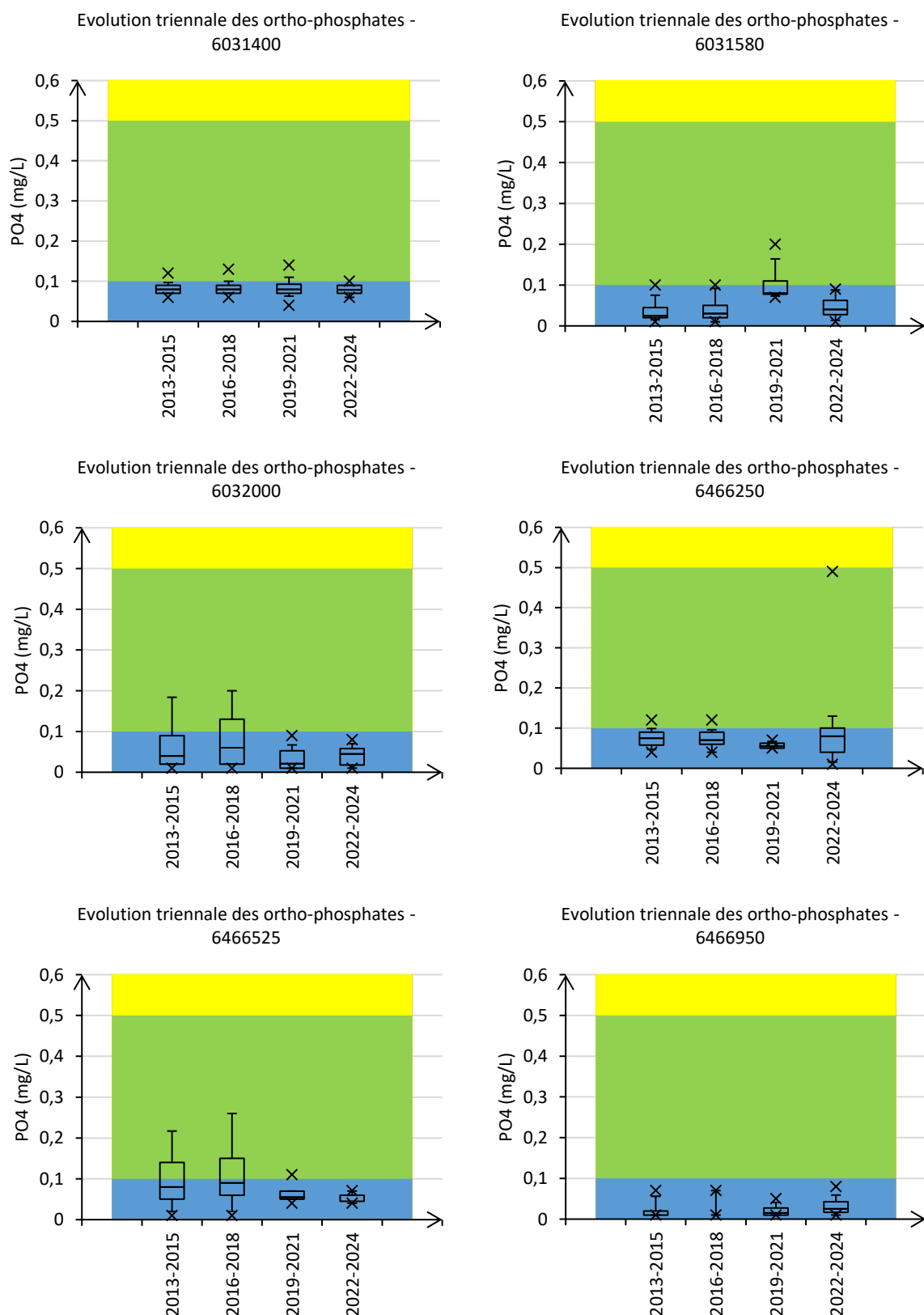


Figure 79. Evolution de la variabilité des concentrations en orthophosphates.

Globalement, ces dystrophies phosphorées semblent suivre des dynamiques contrastées selon les stations considérées :

- Loue : stable dans le temps au niveau de la source, une nette augmentation fut observée à Cléron (aval Ornans) en 2019-2021 (nettement moins depuis), et à l'inverse plutôt en décroissance au cours de la même période plus en aval à Chenecey-Buillon ;
- Brème : davantage de variabilité au cours des 3 dernières années ;
- Lison : nette diminution de la dystrophie phosphorée apicale entre 2016-2018 et 2019-2021, maintien de faibles teneurs en fermeture de bassin.

Les tests statistiques relatifs à la significativité des ruptures de ces chroniques ont été appliqués sur les 4 stations patrimoniales du Département, en considérant toutefois le cas particulier de Chenecey-Buillon où le surcroît temporaire de données durant les mesures en continue liées au programme QUARSTIC altère la pertinence des résultats. Les principales observations statistiquement significatives pour les matières phosphorées sont :

- Brème : augmentation de la moyenne en PO₄ (moyenne de 0,07 mg/L à 0,12 mg/L) avec une rupture le 18/05/2021 ;
- Ruptures non pertinentes pour la Loue à Cléron (Lou20 – 06031580) et à Chenecey-Buillon (interactions QUARSTIC) et absence de rupture significative sur la fermeture de bassin du Lison.

2. Matières azotées

Les contaminations par les nitrites et l'ammonium sont globalement modérées mais davantage prégnantes au sein de la Loue à Cléron et à Chenecey-Buillon (pressions liées à Ornans et résurgences du Maine et Ecoutot ?), sur la Brème, et dans la partie distale du Lison. A l'inverse, les secteurs apicaux de la Loue et du Lison s'avèrent davantage préservés de ces pollutions.

Les corrélations de ces dynamiques spatiales avec les teneurs en orthophosphates sont par conséquent peu ostensibles. Ceci témoigne de phénomènes complexes déterminant les conséquences des diverses pressions domestiques (vaste BV, y compris hydrogéologique). Ces dernières sont toutefois avérées, bien que généralement difficilement identifiables de façon individualisée et univoque.

Concomitamment, on observe une vulnérabilité accrue des stations apicales de la Loue et du Lison quant à des pics élevés en azote organique, possiblement en lien avec une infiltration et un transit rapide d'épandages sur les plateaux karstiques environnants.

Concomitamment, on constate une pollution chronique du BV les nitrates :

- Loue : chronique et relativement tamponnée aux environs de 5-6 mg/L dans l'ensemble du linéaire de la Loue, i.e. sans auto-épuration ostensible (pression agricole diffuse) et selon une médiane proche de ce qui est globalement observé par ailleurs dans le bassin hydrographique du Doubs.
- Lison : contamination de la tête de bassin similaire à celle de la Loue, puis nette décroissance en fermeture de bassin (i.e. pression agricole davantage prégnante dans le BV hydrogéologique apical).
- Brème : plus forte contamination par les nitrates (environ 9-13 mg/L), les concentrations de 2024 étant par exemple parmi les 74% à 86% les plus élevées parmi celles habituellement mesurées dans le BV hydrographique du Doubs.

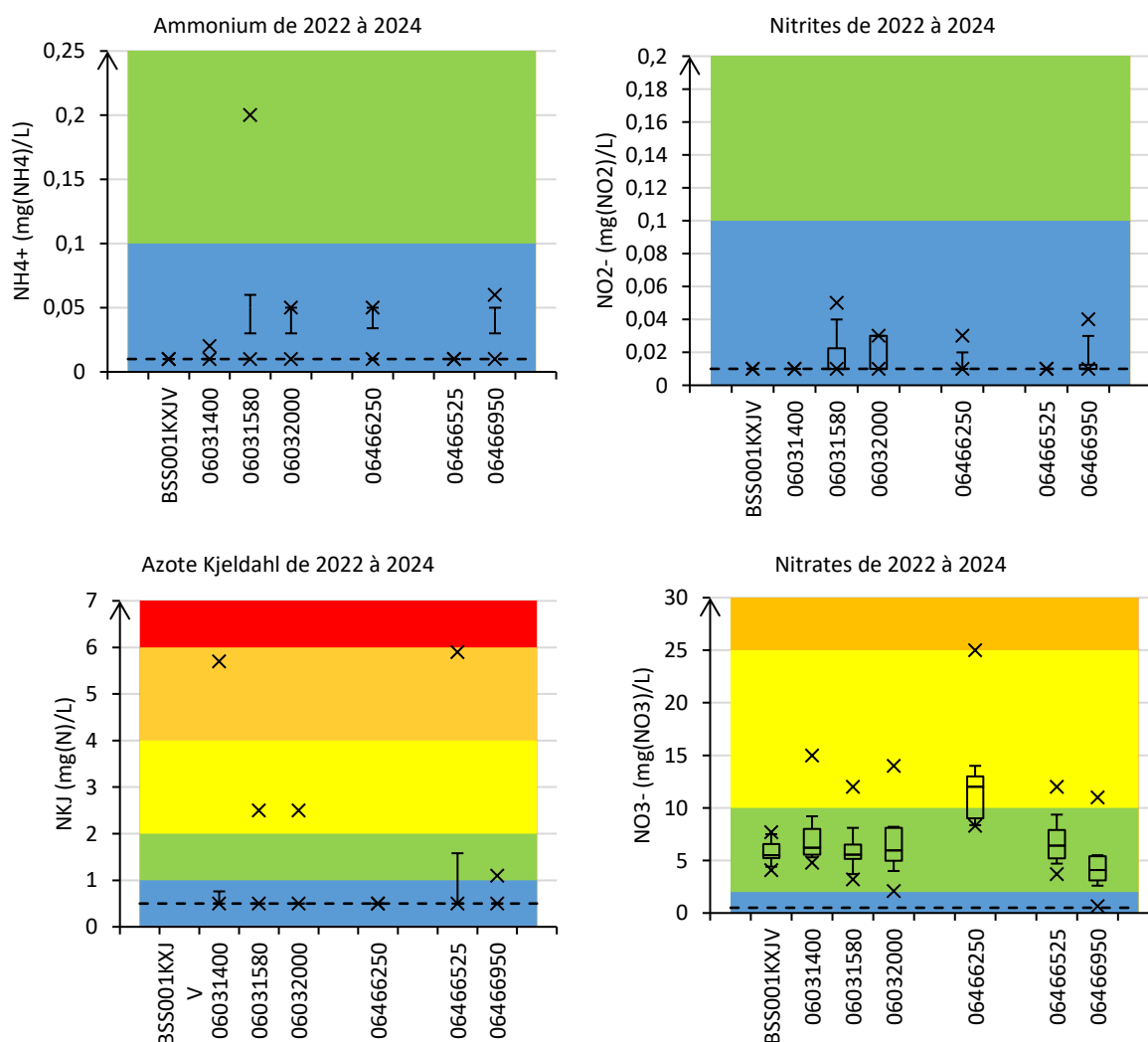


Figure 80. Variabilité sur 3 ans (min, percentiles 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, max) des teneurs en matières azotées (référentiel DCE, et SEQ-Eau pour les nitrates et azote Kjeldahl).

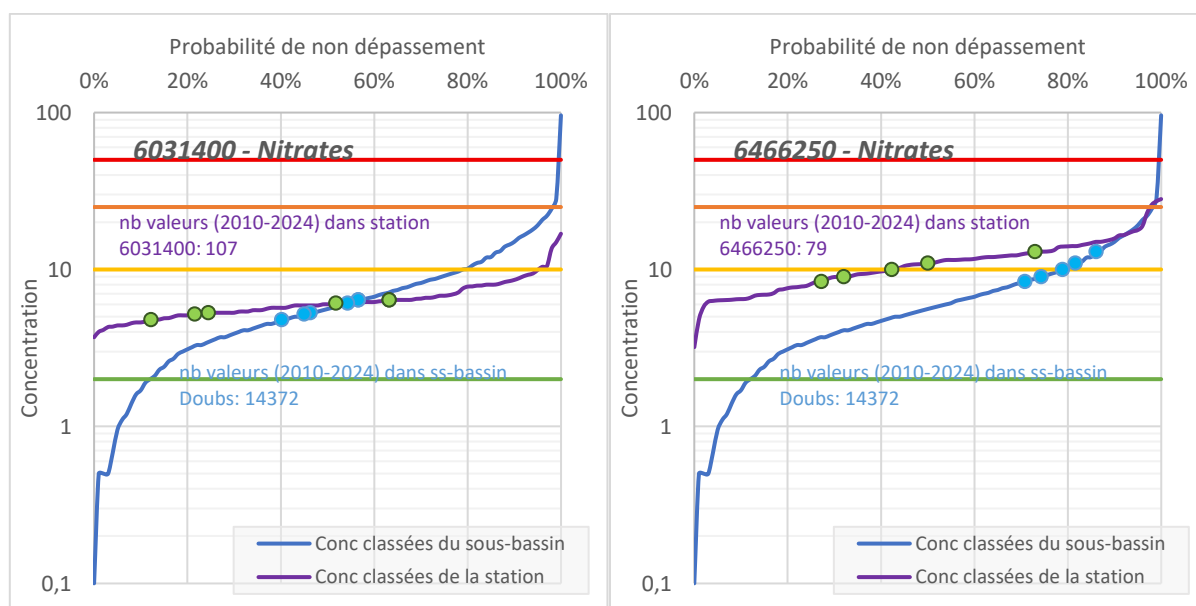


Figure 81. Probabilités d'observer les concentrations 2024 en nitrates (points) par rapport à ce qui est habituellement observé dans la station (courbe violette) et plus globalement dans le bassin hydrographique du Doubs (courbe bleue). A gauche : la Loue à Mouthier-Haute-Pierre; à droite : la Brème à Bonnevaux-le-Prieuré.

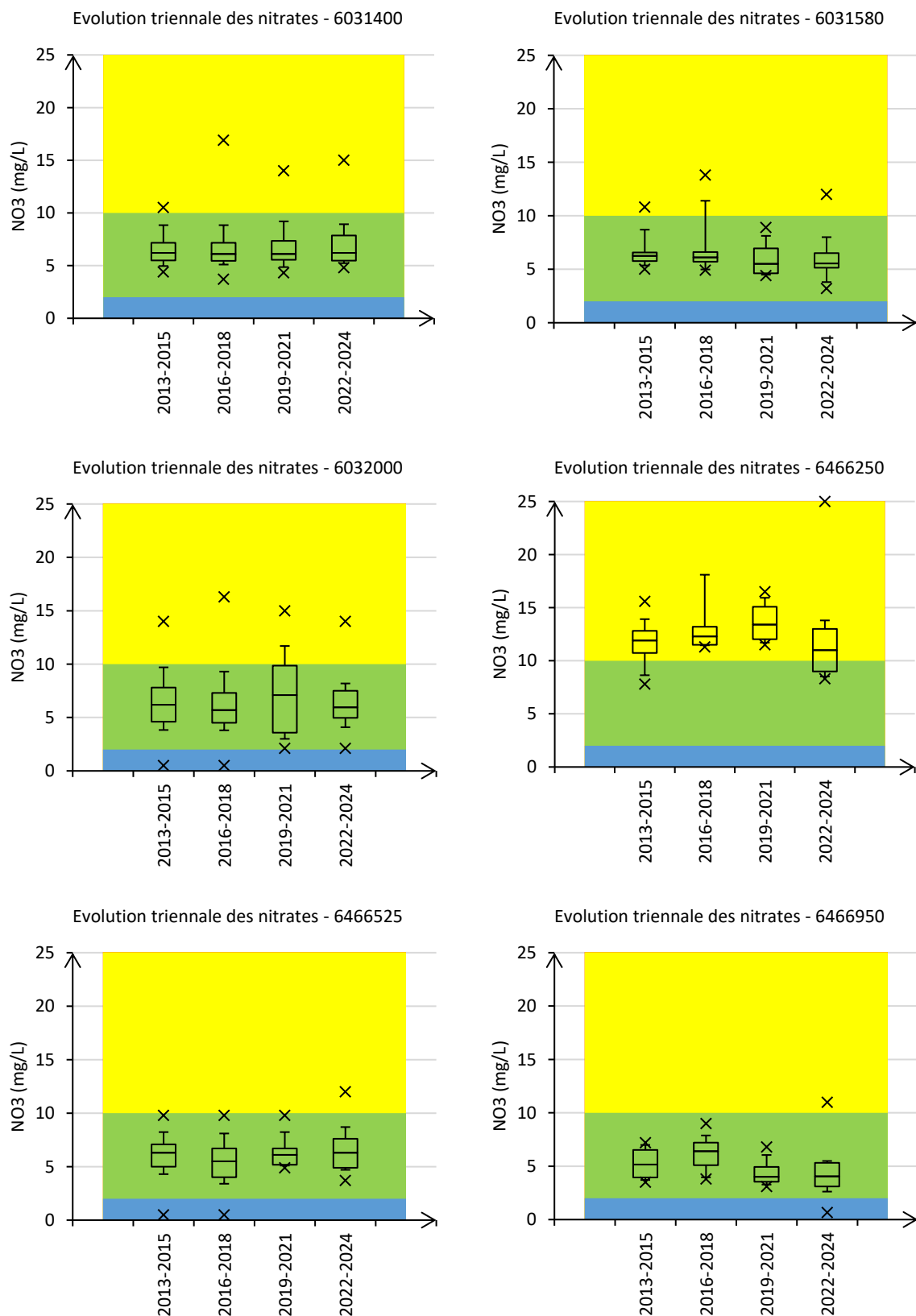


Figure 82. Evolution de la variabilité des concentrations en nitrates. Référentiel SEQ-Eau.

Les chroniques des teneurs en nitrates n'indiquent pas d'évolution ostensible de l'intensité de cette pollution dans la Loue (par ailleurs absence de rupture statistiquement significative pour la Loue à Cléron).

Après un accroissement de la pollution dans la Brème jusqu'en 2019-2021, la période 2022-2024 s'inscrit en rupture avec une nette diminution de cette contamination. Ainsi, sur le plan statistique, une rupture significative est constatée aux environs du 10/12/2018, avec un changement significatif de moyenne passant 12,2 mg/L à 9,8 mg/L.

Concernant le Lison, s'il est pas observé de rupture ostensible en tête de bassin, en revanche, la fermeture de bassin s'avère nettement moins contaminée par les nitrates à partir de la période 2019-2021. Sur le plan statistique cela se traduit par une rupture significative aux environs du 05/12/2021, avec une modification significative de la moyenne de 8,1 à 4,8 mg/L.

F. Pesticides et autres micropolluants, métaux lourds

Les pesticides et métaux lourds n'ont pas été investigués dans les stations patrimoniales en 2022 et 2023. En 2024, seule la station de la Brème à Bonnevaux-le-Prieur a été suivie pour les pesticides sur eau (6 campagnes) et sur sédiments (1 campagne). Il s'agit donc ici d'une réactualisation des données sur le réseau RCS/RCO, ainsi qu'une mise en perspective des observations depuis 2021, en tenant compte des données 2024 sur la Brème.

1. Pesticides

Support eau

		BSS001KXJV	6031400	6031580	6032000	6466250	6466525	6466950
2022	Nombre de substances quantifiées	4	7					
	Nombre de substances recherchées	1502	6999	0	0	0	0	0
2023	Nombre de substances quantifiées	2						
	Nombre de substances recherchées	1514	0	0	0	0	0	0
2024	Nombre de substances quantifiées	0				12		
	Nombre de substances recherchées	1172	0	0	0	5540	0	0

Tableau 51. Efforts analytiques et niveaux de contamination par les pesticides dans le BV de la Loue entre 2022 et 2024.
Station ADES : 3 campagnes en 2022 et 2023 et 2 campagnes en 2024; station 6031400 : 12 campagnes en 2022 ; station 6466250 : 4 campagnes en 2024.

	Paramètre	Nb quantif. 2021	Concentration moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantif. 2022	Concentration moyenne 2022 (µg/L)	Nb quantif. en 2024	Concentration moyenne 2024 (µg/L)
6031400	Aminotriazole			1	0,0430		
	AMPA			5	0,0594		
	Propiconazole			1	0,0080		
	Total Pesticides			7	0,0497		
6031580	AMPA	2	0,046				
	Glyphosate	1	0,027				
	Total Pesticides	3	0,040				
6032000	AMPA	2	0,036				
	Chlortoluron	1	0,032				
	Métolachlore total	1	0,005				
	Total Pesticides	4	0,027				
6466250	AMPA					2	0,0270
	Chlortoluron	1	0,107			4	0,3205
	Diiflufenican					4	0,0100
	Métaldéhyde	1	0,049			2	0,0220
	Total Pesticides	2	0,078			12	0,1183
6466950	Métolachlore total	1	0,013				
	Total Pesticides	1	0,013				

Tableau 52. Pesticides dissous quantifiés depuis 2021 dans le BV de la Loue.

La contamination par les pesticides est plus ou moins homogène (et modérée) sur le BV de la Loue. Elle concerne généralement 1 à 3 matières actives à activité herbicide, parfois accompagnée de l'AMPA (à l'origine agricole et/ou domestique).

Au niveau de Mouthier-Haute-Pierre (source de la Loue) on remarque plus particulièrement la présence du perturbateur endocrinien aminotriazole, ainsi que du fongicide propiconazole associé à un usage biocide plutôt qu'agricole.

La Brème est pour sa part contaminée de façon récurrente par des pesticides agricoles, voire de façon chronique concernant les herbicides chlortoluron et le diflufenicanil, témoignant ainsi une nouvelle fois de la forte prévalence de la pression agricole dans cette station.

Support sédiment

		6031400	6031580	6032000	6466250	6466525	6466950
2022	Nombre de substances quantifiées	0					
	Nombre de substances recherchées	305	0	0	0	0	0
2023	Nombre de substances quantifiées						
	Nombre de substances recherchées	0	0	0	0	0	0
2024	Nombre de substances quantifiées				1		
	Nombre de substances recherchées	0	0	0	129	0	0

Tableau 53. Efforts analytiques et niveaux de contamination par les pesticides dans le BV de la Loue entre 2022 et 2024.

Paramètre (Code sandre/Type)	6031400	6031580	6032000	6466250	6466950
AMPA (1907/Pesticide)		1	3	4	2
Bifénox (1119/Pesticide)				1	

Tableau 54. Nombre de quantifications positives en pesticides adsorbés sur sédiment lors des analyses depuis 2011 dans le BV de la Loue.

Il n'est pas constaté de contamination des sédiments par les pesticides parmi les 5 stations investiguées dans le BV de la Loue, hormis par l'AMPA présent de façon diffuse (hors source de la Loue), ce produit de dégradation de phosphonates ayant de multiples origines agricoles / domestiques / industrielles possibles. Pour rappel, cette substance fut quantifiée sous forme dissoute dans les 3 stations de la Loue et dans la Brème.

On note aussi la présence de l'herbicide Bifénox dans le sédiment de la Brème, corroborant une nouvelle fois la pression agricole plus particulièrement prononcée dans ce secteur.

2. Autres micropolluants

Support eau

		BSS001KXJV	6031400	6031580	6032000	6466250	6466525	6466950
2022	Nombre de substances quantifiées	14	82					
	Nombre de substances recherchées	520	3916	0	0	0	0	0
2023	Nombre de substances quantifiées	12						
	Nombre de substances recherchées	506	0	0	0	0	0	0
2024	Nombre de substances quantifiées	8				2		
	Nombre de substances recherchées	734	0	0	0	230	0	0

Tableau 55. Efforts analytiques et niveaux de contamination du BV de la Loue par les micropolluants dissous (hors pesticides) entre 2022 et 2024. Station ADES : 3 campagnes en 2022 et 2023 et 2 campagnes en 2024; station 6031400 : 12 campagnes en 2022 ; station 6466250 : 4 campagnes en 2024.

En première approche, la partie apicale de la Loue peut paraître davantage polluée par les micropolluants sans commune mesure avec le reste du BV. Néanmoins, les efforts analytiques très disparates ne permettent pas de conclure de façon univoque quant à cette situation.

On remarquera toutefois la présence de substances médicamenteuses et d'ubiquistes dans les 3 stations de la Loue, indiquant ainsi l'occurrence diffuse d'une pression domestique opérant sur ce cours d'eau, dès sa source. Dans cette dernière on note aussi la présence conjointe de plusieurs molécules indicatrices d'une pression industrielle.

Au niveau de la Brème et de la fermeture du Lison, seul l'ubiquiste phosphate de tributyle (plastifiant) a été quantifié, indiquant là aussi (selon une intensité comparativement moindre) la présence d'une pression domestique.

	Paramètre	Nb quantif. 2022	Conc. moyenne 2022 (µg/L)
6031400	COV		
	Formaldéhyde	1	1
	Total COV	1	1
	HAP		
	Benzo(a)pyrène	1	0,001
	Benzo(b)fluoranthène	1	0,005
	Benzo(g,h,i)peryène	1	0,001
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	0,001
	Naphtalène	1	0,008
	Total HAP	5	0,003
	Médicaments		
	1,7-Diméthylxanthine	3	0,066
	Acide diatrizoïque	2	0,028
	Acide salicylique	1	0,179
	Caféine	1	0,070
	Cotinine	4	0,015
	Desvenlafaxine	1	0,013
	Diclofenac	1	0,005
	Gabapentine	1	0,017
	Hydrochlorothiazide	1	0,008
	Irbesartan	2	0,028
	Metformine	12	0,025
	Nicotine	4	0,342
	Oxazepam	2	0,019
	Sotalol	2	0,009
	Sulfamethoxazole	1	0,025
	Tramadol	2	0,014
	Total Médicaments	40	0,061
	Phtalates		
	Di(2-ethylhexyl)phtalate	1	0,880
	Diisobutyl phtalate	2	0,460
	n-Butyl Phtalate	4	0,153
	Total Phtalates	7	0,344
	Autres MPO		
	4-tert-butylphénol	3	0,015
	Benzotriazole	5	0,038
	Bisphenol S	1	0,173
	Dibutylétain cation	1	0,001
	EDTA	2	9,000
	Galaxolide	1	0,030
	Monobutylétain cation	4	0,056
	Monooctylétain cation	1	0,003
	N-Butylbenzenesulfonamide	1	0,249
	Tolyltriazole	8	0,016
	Total Autres MPO	27	0,705

Tableau 56. Micropolluants dissous (hors pesticides) quantifiés depuis 2021 dans la Loue à Mouthier Haute-Pierre.

	Paramètre	Nb quantif. 2021	Conc. moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantif. 2022	Conc. moyenne 2022 (µg/L)	Nb quantif. en 2023	Conc. moyenne 2023 (µg/L)	Nb quantif. en 2024	Conc. moyenne 2024 (µg/L)
BSS001KXJV	HAP								
	Benzo(g,h,i)pérylène			1	0,0007			1	0,0006
	Total HAP			1	0,0007			1	0,0006
	Médicaments								
	Acide salicylique							1	136
	Cotinine							1	0,0310
	Irbesartan							1	0,0060
	Metformine			1	0,0153	1	0,0072	1	0,0093
	Sulfamethoxazole							1	6,0000
	Total Médicaments			1	0,0153	1	0,0072	5	28,4093
	Autres MPO								
	4-tert-butylphénol			1	0,0100	1	0,0200		
	Benzotriazole			2	0,0380	2	0,0570		
	Bisphenol A			1	0,0380				
	EDTA			2	13,0000				
	Ethyl tert-butyl ether					1	0,5500		
	Monobutylétain cation			1	0,0107				
	Phosphate de tributyle			1	0,0110				
	Tolyltriazole			2	0,0210	2	0,0135		
	Méthylisothiazolinone			1	0,7980				
	Somme des pesticides totaux			1	0,0210	1	0,0250		
	Total Autres MPO			12	2,2506	7	0,1051		
6031580	COV								
	N-								
	Butylbenzenesulfonamide					1	0,1200	1	0,1450
	Xylène-méta					1	0,0510		
	Xylène-ortho					1	0,1200		
	Xylène-para					4	0,0983		
	Total COV					1	0,1020	1	0,1450
	Médicaments								
	Carbamazepine	2	0,011						
	Total Médicaments	2	0,011						
6032000	Autres MPO								
	Benzotriazole	1	0,033						
	Phosphate de tributyle	1	0,006						
	Total Autres MPO	2	0,020						
	Médicaments								
6032000	Carbamazepine	2	0,009						
	Total Médicaments	2	0,009						
	Autres MPO								
	Benzotriazole	1	0,026						
	Phosphate de tributyle	1	0,007						
6466250	Total Autres MPO	2	0,017						
	COV								
	Formaldéhyde							2	1
	Total COV							2	1
6466250	Autres MPO								
	Phosphate de tributyle	1	0,009						
	Total Autres MPO	1	0,009						
6466950	Autres MPO								
	Phosphate de tributyle	2	0,006						
	Total Autres MPO	2	0,006						

Tableau 57. Micropolluants dissous (hors pesticides) quantifiés depuis 2021 dans le BV de la Loue (hors Mouthier Haute-Pierre).

Support sédiment

	Paramètre	Nb quantif. 2022	Concentration moyenne 2022 (µg/kg MS)	Nb quantif. 2024	Concentration moyenne 2024 (µg/kg MS)
6031400	HAP				
	Acénaphthylène	1	25		
	Anthanthrene	1	35		
	Anthracène	1	42		
	Anthraquinone	1	10		
	Benzo(a)anthracène	1	133		
	Benzo(a)pyrène	1	139		
	Benzo(b)fluoranthène	1	199		
	Benzo(e)pyrène	1	95		
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	83		
	Benzo(k)fluoranthène	1	64		
	Chrysène	1	111		
	Dibenzo(a,c)anthracene	1	12		
	Dibenzo(a,h)anthracène	1	15		
	Fluoranthène	1	220		
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	70		
	Méthyl-2-Fluoranthène	1	18		
	Naphtalène	1	20		
	Pérylène	1	42		
	Phénanthrène	1	85		
	Pyrène	1	166		
	Triphénylène	1	28		
	Total HAP	21	77		
	PCB : Polychlorobiphényles				
	PCB 101	1	1		
	PCB 118	1	1		
	PCB 138	1	1		
	PCB 149	1	1		
	PCB 153	1	1		
	PCB 44	1	1		
	PCB 52	1	1		
	Total PCB : Polychlorobiphényles	7	1		
	Phtalates				
	Di(2-ethylhexyl)phtalate	1	114		
	Total Phtalates	1	114		
	Autres MPO				
	Dibenzofuran	1	5		
	Total Autres MPO	1	5		
6466250	HAP				
	Anthracène			1	4,5
	Benzo(a)anthracène			1	19,6
	Benzo(a)pyrène			1	17,9
	Benzo(b)fluoranthène			1	16,8
	Benzo(g,h,i)pérylène			1	11,6
	Benzo(k)fluoranthène			1	9,7
	Chrysène			1	22,1
	Dibenzo(a,h)anthracène			1	3,0
	Fluoranthène			1	38,2
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène			1	12,1
	Phénanthrène			1	11,4
	Pyrène			1	30,9
	Total HAP			12	16,5
	Autres MPO				
	Phosphate de tributyle			1	6,0
	Total Autres MPO			1	6,0

Tableau 58. Micropolluants adsorbés (hors pesticides) quantifiés depuis 2021 dans la Loue à Mouthier Haute-Pierre et dans la Brème.

		6031400	6031580	6032000	6466250	6466525	6466950
2022	Nombre de substances quantifiées	30					
	Nombre de substances recherchées	312	0	0	0	0	0
2023	Nombre de substances quantifiées						
	Nombre de substances recherchées	0	0	0	0	0	0
2024	Nombre de substances quantifiées				13		
	Nombre de substances recherchées	0	0	0	101	0	0

Tableau 59. Effort analytique concentré au niveau de la source de la Loue pour les micropolluants adsorbés.

Outre une contamination par les HAP (qui paraît être d’une intensité allant au-delà de la distribution moyenne déjà élevée dans le massif du Jura), la source de la Loue dispose aussi d’une pollution par les PCB (7 congénères en limite de LQ), corroborant les analyses sur eau où des micropolluants industriels ont aussi été quantifiés. Dans ce sédiment, on retrouve conjointement d’autres substances ubiquistes davantage indicatrices de pressions domestiques plus classiques (phtalate, dibenzofuran).

En cohérence avec les analyses sous forme dissous dans l’eau, le sédiment de la Brème ne fut pour sa part que modérément contaminé par des micropolluants autres que pesticides, en l’occurrence du phosphate de tributyle (plastifiant).

3. Métaux lourds

Support eau

			6031400
ETM	NQE	LQ	2022
Arsenic	0,83	0,05	0,23
Cadmium	0,15	0,01	0,011
Chrome	3,4	0,5	<LQ
Cuivre	1	0,1	0,433
Mercure	0,07	0,01	<LQ
Nickel	4	0,5	0,683
Plomb	1,2	0,05	0,12
Zinc	7,8	1	2,115

Tableau 60. Concentration moyenne annuelle en ETM dissous en 2022 (µg/l). Couleurs selon (non-)dépassement de la NQE.

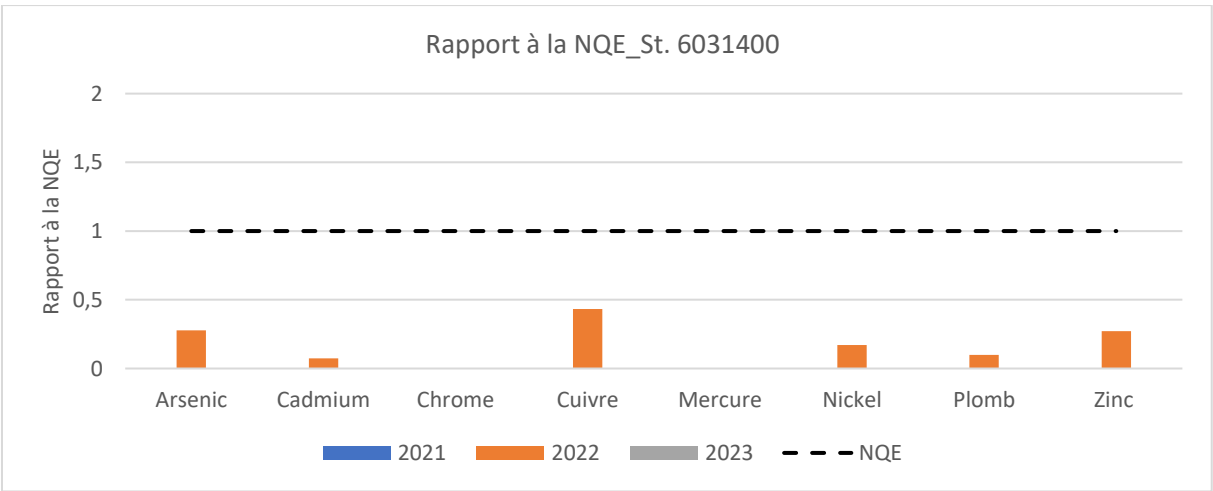


Figure 83. Rapport des teneurs moyennes 2022 en ETM avec les NQE respectives.

Il ne fut pas constaté de pollution ostensible de la station RCS en tête de bassin par les ETM dissous en 2022.

Support sédiments

		6031400
ETM	Seuil BE/EMO	2022
Arsenic	9,8	6,9
Cadmium	1	0,3
Chrome	43	16,7
Cuivre	31	28,2
Mercure	0,2	0,01
Nickel	22	8,5
Plomb	35	31,7
Zinc	120	68,8
Etain		14,4

Tableau 61. Concentration sédimentaire en ETM dans la source de la Loue en 2022 (mg/Kg MS). Couleurs = SEQ-Eau.

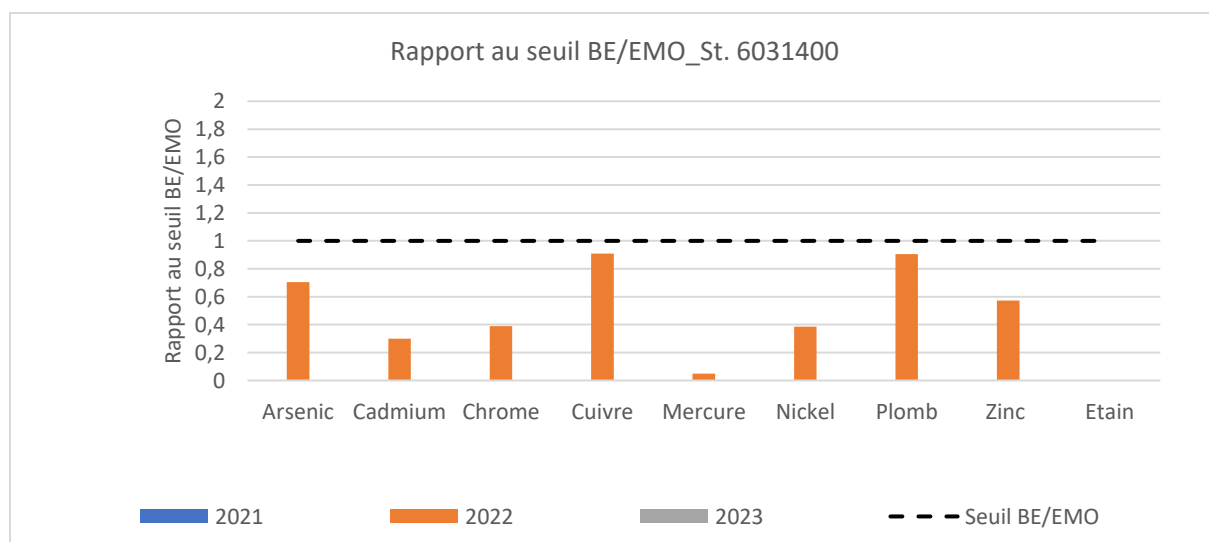


Figure 84. Profil de contamination sédimentaire de la source de la Loue (rapports au seuil bon/moyen du SEQ Eau).

Sans être très élevées, les teneurs en cuivre et plomb dans les sédiments de la source de la Loue sont significatives et plutôt indicatrices d'une pression anthropique *lato sensu*.

En outre, bien que ne disposant pas de valeur référentielle, on note la présence en grandes quantités d'étain dans les sédiments, corroborant une nouvelle fois la présence d'une importante pression industrielle dans cette tête de bassin.

Support bryophytes

Bien que toutes les teneurs bryophytiques en ETM soient situées en-deçà du seuil de « bonne qualité » selon le référentiel SEQ-Eau, on constate néanmoins une pollution (modérée) de la Loue à Chenecey-Buillon par l'arsenic et le zinc, et de la Brème par le zinc.

Les autres investigations métalliques n'ayant portées que sur la source de la Loue, il n'est pas possible de corroborer ces observations, ni de hiérarchiser les niveaux de contamination avec la tête de bassin.

	6031580	6032000	6466250	6466950
ETM	2021	2021	2021	2021
Arsenic	0,84	1,8	0,55	0,77
Cadmium	0,1	0,24	0,14	0,1
Chrome	1,52	2,67	1,7	2,22
Cuivre	4,62	5,54	4,19	3,96
Mercure	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Nickel	2,46	3,45	5,06	2,56
Plomb	0,59	1,7	0,37	0,58
Zinc	20,2	70	89,3	15,4
Etain	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ

Tableau 62. Concentrations en ETM bio-accumulés dans les bryophytes en 2021 (mg/Kg MS). Couleurs selon référentiel SEQ-Eau.

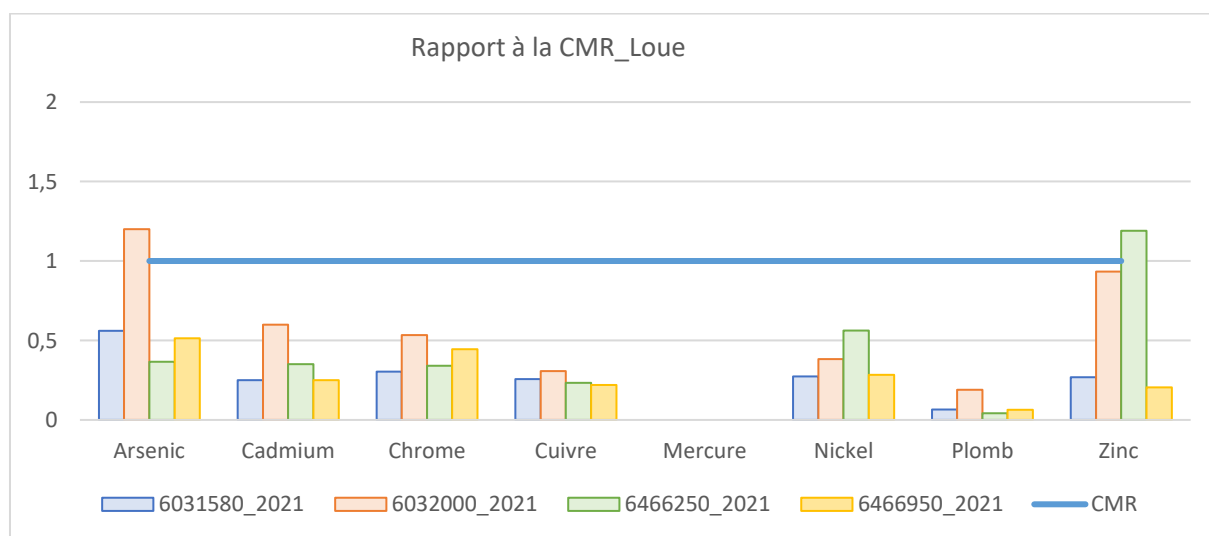


Figure 85. Rapport des teneurs 2021 en ETM bio-accumulés dans les bryophytes avec les CMR (concentration métallique repère) respectives.

G. Hydrobiologie

1. Diatomées

La qualité diatomique de la Loue est relativement instable au niveau de sa source (seul état diatomique déclassé en un « état moyen » parmi les 6 stations considérées), puis devient sub-optimale plus en aval, avec des caractéristiques bio-écologiques très similaires à Scey-Maizière (aval d'Ornans) et Chenecey-Buillon.

Parmi les affluents investigués, la Brème présente de façon récurrente les états diatomiques les plus préservés, en apparence incohérence avec les plus fortes dystrophies (voire saprobiques) qui y sont observées. A l'inverse, concernant le Lison, malgré une préservation physico-chimique en fermeture de bassin, les états diatomiques y demeurent un peu moins préservés qu'en tête de bassin.

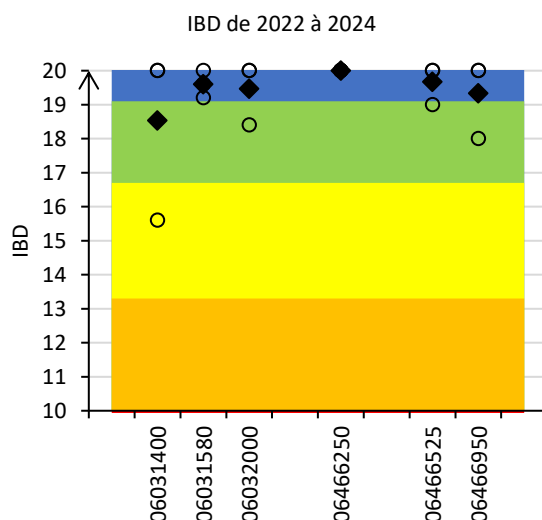


Figure 86. Valeurs de l'IBD (classes d'état DCE, à gauche) et de l'IPS (à droite). Echelles de 10/20 à 20/20.

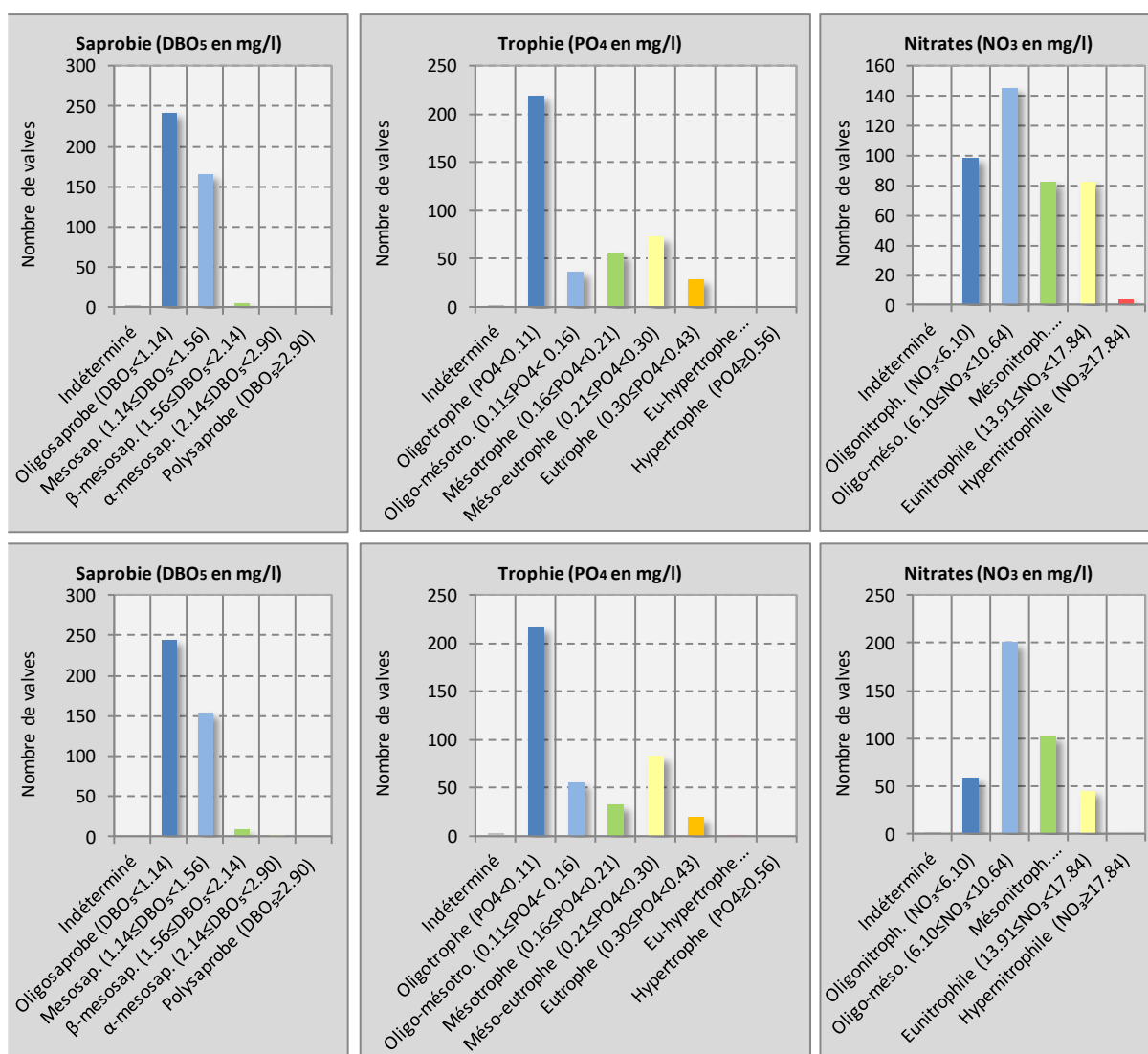


Figure 87. Profils de sensibilité des communautés diatomiques en 2024 aux paramètres DBO₅, PO₄ et NO₃ dans les stations patrimoniales de Scey-Maizières (en haut) et à Chenecey-Buillon (en bas).

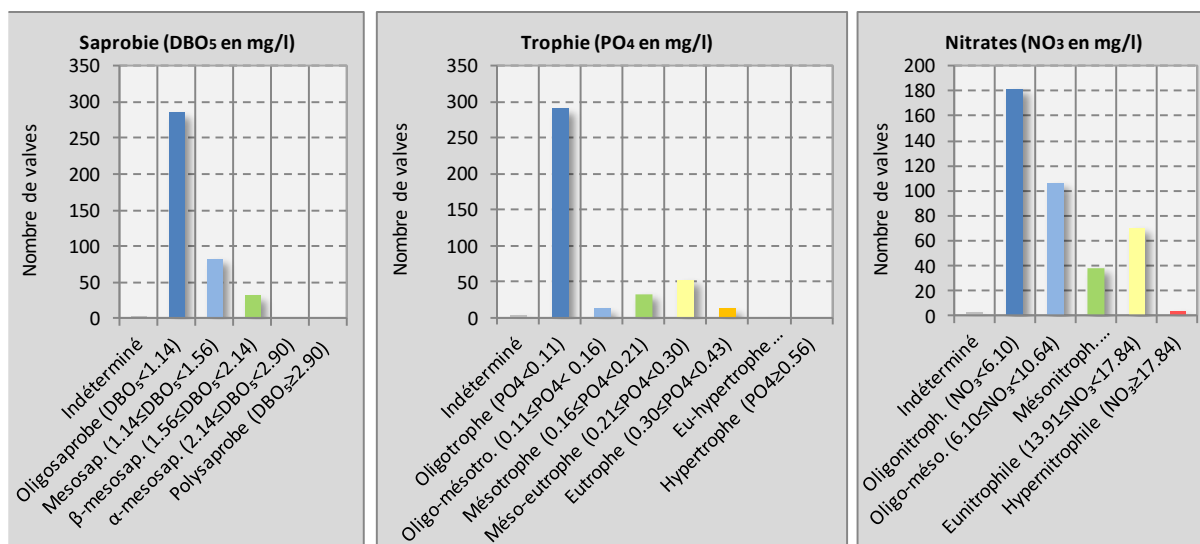


Figure 88. Profils de sensibilité des communautés diatomiques en 2024 de la Brème.

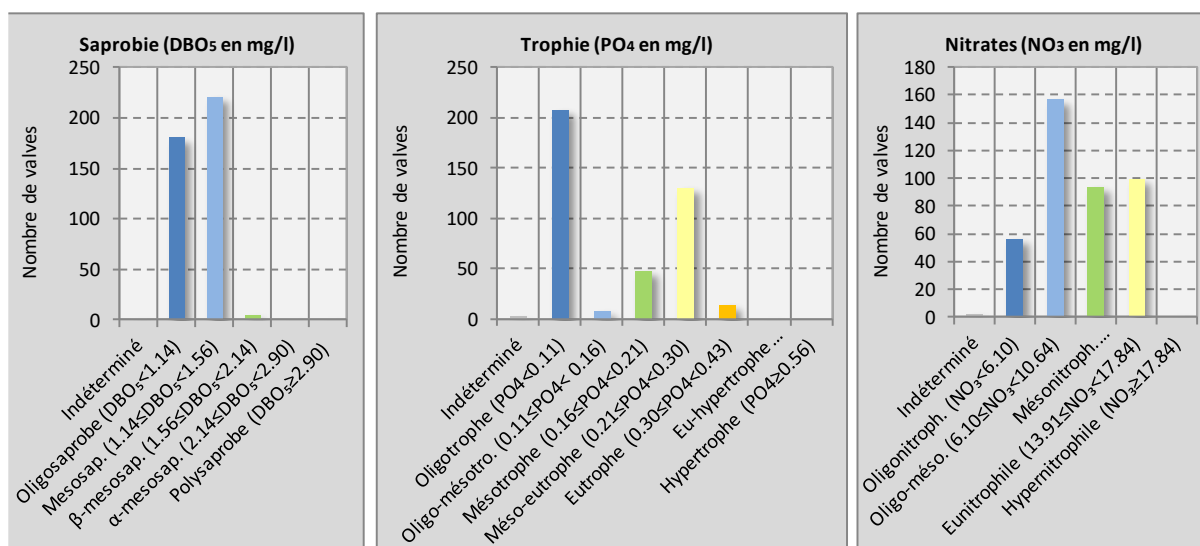


Figure 89. Profils de sensibilité des communautés diatomiques en 2024 aux paramètres DBO5, PO4 et NO3 en fermeture de bassin du Lison.

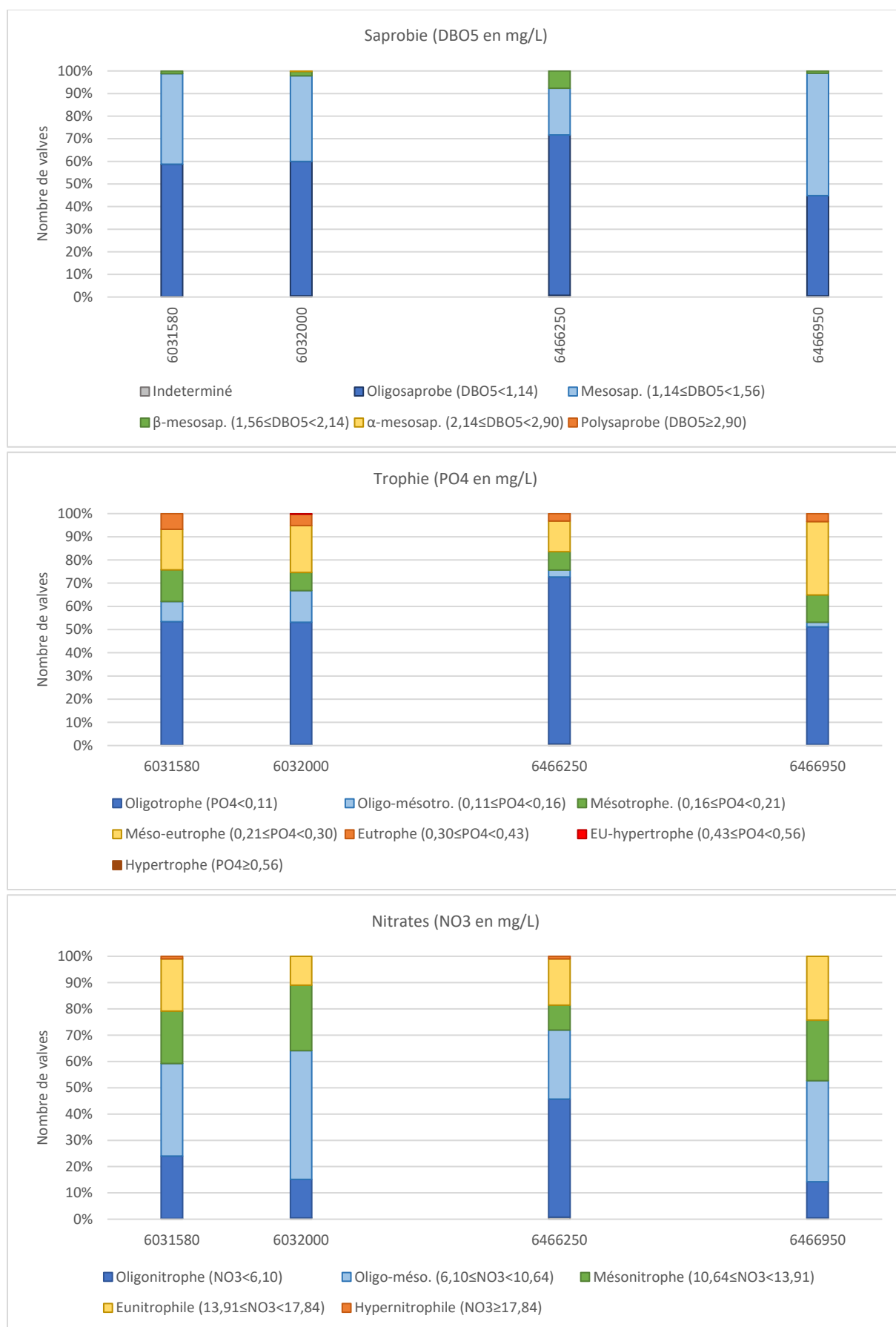


Figure 90. Profils de sensibilité des communautés diatomiques en 2024 aux paramètres DBO5 (en haut), PO4 (au milieu) et NO3 (en bas) dans le BV de la Loue.

2. Macro-invertébrés

En considérant l'IBG-DCE (=MPCE), les observations des 3 dernières années font état de qualités macrobenthiques relativement homogènes avec des valeurs correctes mais non optimales, la variété taxonomique étant le facteur principalement limitant ainsi que l'absence ou rareté récurrente des taxons les plus sensibles (e.g. grandes perles). La tête de bassin de Lison fait ici figure d'exception, avec une variété taxonomique plus élevée et la présence (irrégulière) de GFI 9/9.

L'I2M2 corrobore des états macrobenthiques relativement homogènes, corrects mais sub-optimaux, ici en y incluant le Lison apical. Une nouvelle fois les sous-métriques indiquent une diversité taxonomique en retrait de même que l'indice de Shannon, ainsi qu'une sensibilité des peuplements plutôt bonne sans être excellente,

L'outil SPEAR indique une vulnérabilité modérée mais diffuse aux pesticides *lato sensu*, plutôt davantage affirmée dans la partie amont de la Loue et notoirement plus élevée au niveau de la Brème, en cohérence avec les mesures en pesticides et micropolluants.

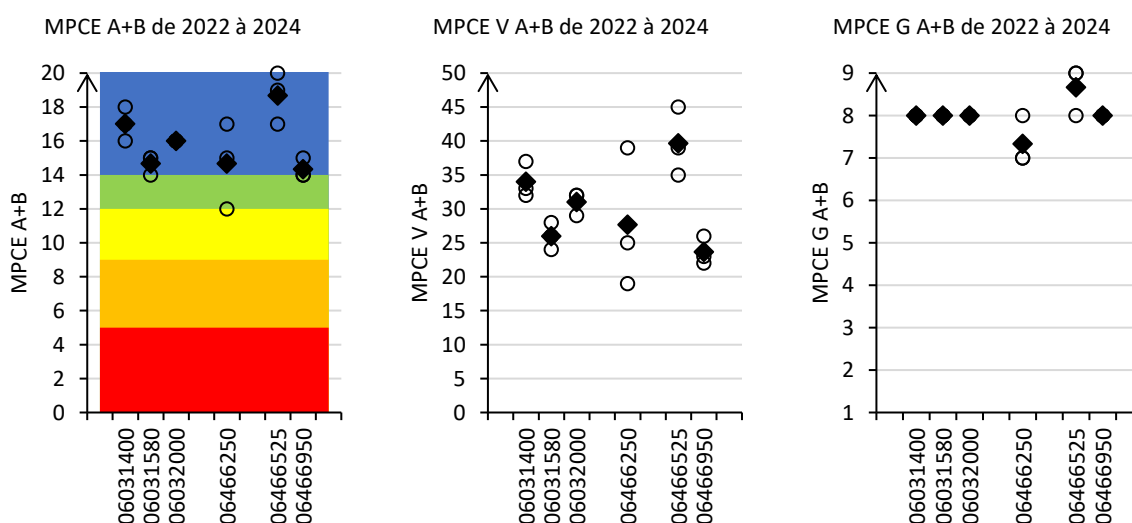


Figure 91. IBG-DCE et métriques associées (variété et rang du groupe indicateur) au cours de ces 3 dernières années.

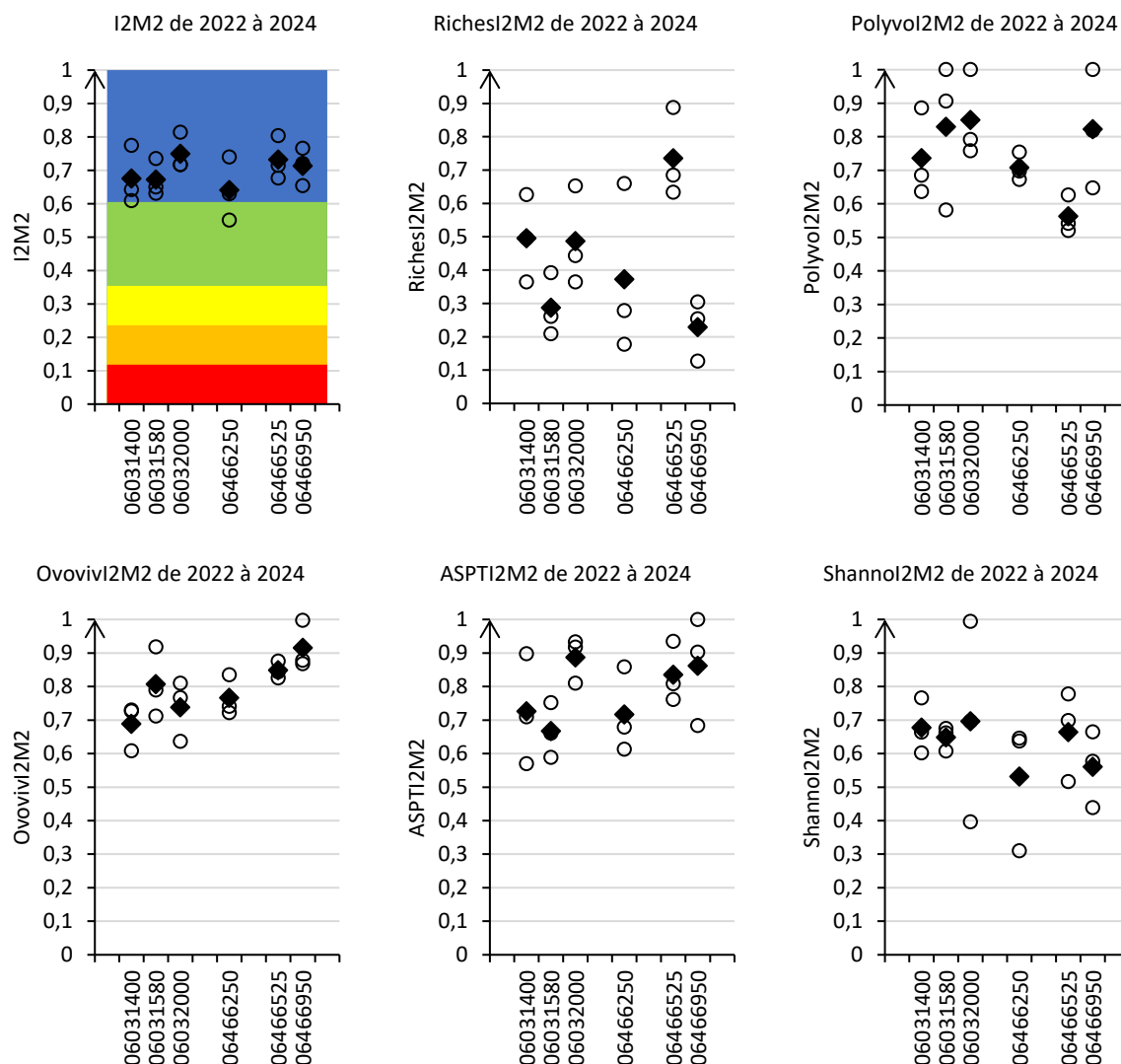


Figure 92. I2M2 et métriques élémentaires associées au cours de ces 3 dernières années. Triangle noir = moyenne des 3 années.

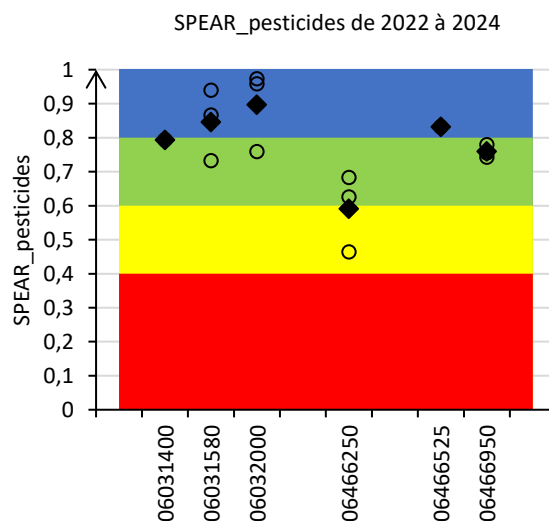


Figure 93. Valeurs de l'indice SPEAR pesticide des communautés macrobenthiques du BV de la Loue ces 3 dernières années (2022-2024). Les classes de qualités sont celles relatives à l'indice *sensu stricto*, indépendant des états DCE.

3. Poissons

Mouthier-Haute-Pierre

Cette station n'a pas fait l'objet de suivi piscicole en 2024. Sont donc présentés ci-dessous les graphes et conclusions de 2023.

Si les espèces présentes sont bien conformes à celles théoriquement attendues, en revanche, les peuplements en salmonidés s'avèrent fortement déstructurés depuis plusieurs années.

Après une hausse sensible en 2022, la truite fario voit ses effectifs continuer de progresser. Comme l'année précédente, ce résultat est avant tout la conséquence d'un recrutement annuel de relatif bon niveau. Les densités d'alevins sont quasi-identiques pour les 2 dernières campagnes, de loin les plus élevées observées sur la station depuis le début des suivis (elles restent toutefois en deçà d'une situation référentielle pour ce type de cours d'eau). S'y ajoute une hausse sensible des juvéniles 1+, résultat probable du bon recrutement 2022. La biomasse n'évolue cependant pas encore et demeure déficitaire à ce jour.

Concernant l'ombre commun, le recrutement annuel est excellent, équivalent à la référence de 2017. Les juvéniles immatures restent néanmoins très peu représentés, et les effectifs en géniteurs peu importants. La biomasse de l'espèce demeure par conséquent elle aussi très moyenne.

In fine, le peuplement piscicole de la Loue apicale est jugé comme présentant un état de conservation moyen stable, quoique porteur d'espoir avec deux années consécutives de très bons recrutements en salmonidés.

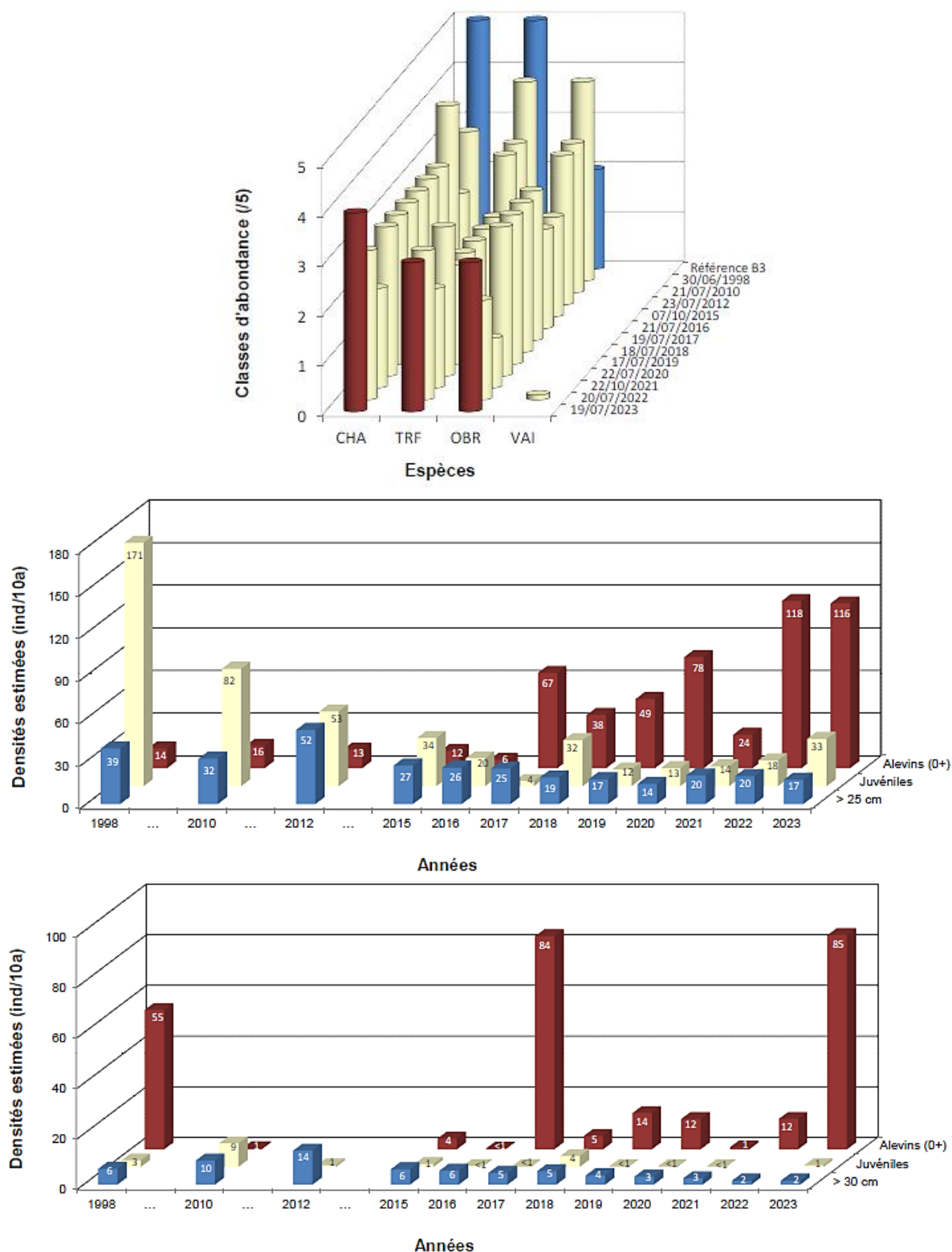


Figure 94. Comparaison entre référentiel typologique et données historiques au niveau de la station à Mouthier-Haute-Pierre (en haut), structuration de la population en truites (au milieu) et en ombres (en bas). Extrait fiche station réalisée par la Fédération de Pêche du Doubs.

Loue à l'amont de Cléron

Cette station n'a pas fait l'objet de suivi piscicole en 2024. Sont donc présentés ci-dessous les graphes et conclusions de 2023.

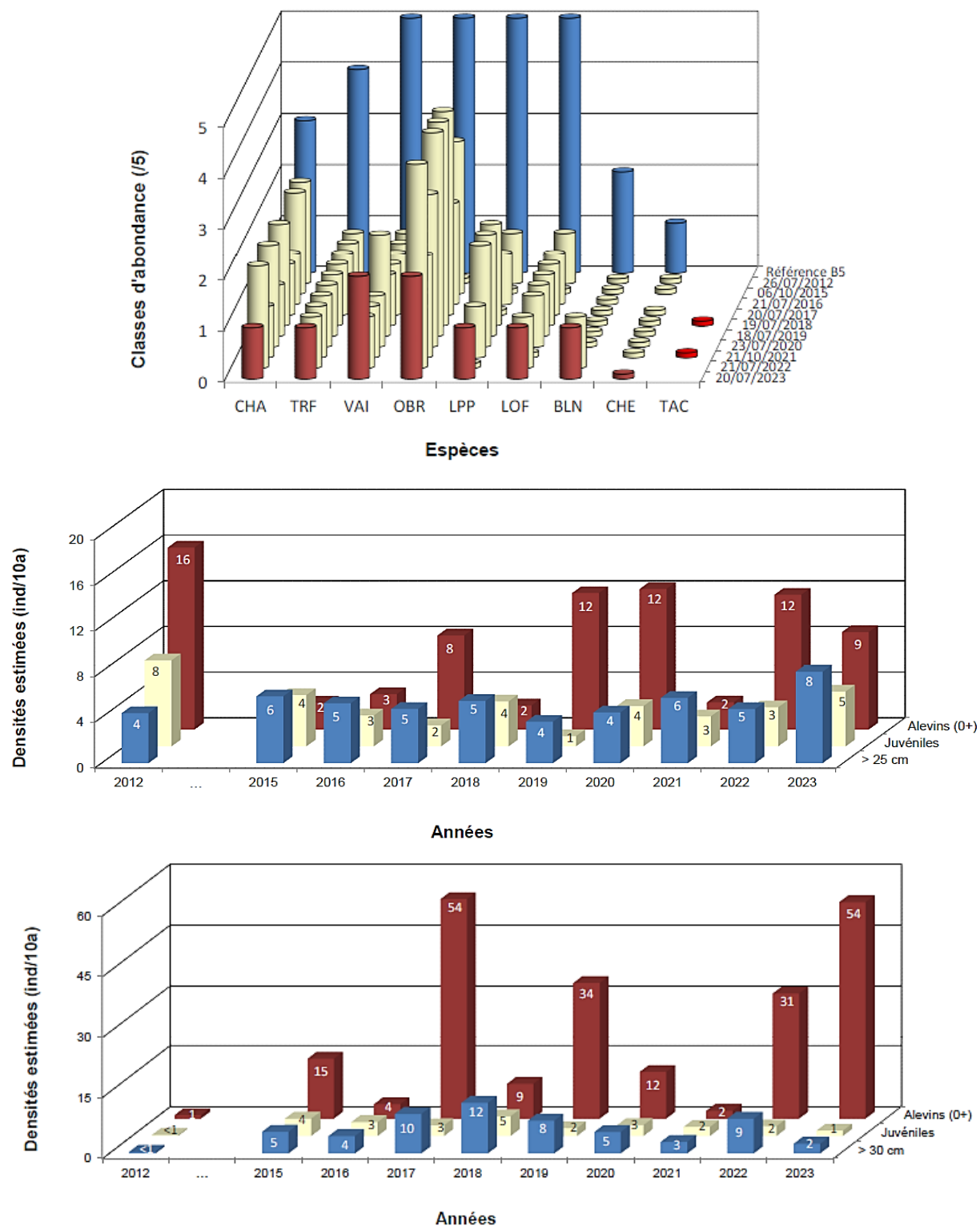


Figure 95. Comparaison entre référentiel typologique et données historiques au niveau de la station à l'aval d'Ornans (en haut), structuration de la population en truites (au milieu) et en ombres (en bas). Extrait fiche station réalisée par la Fédération de Pêche du Doubs.

La Loue à l'amont de Cléron (et aval d'Ornans) présente un état de conservation piscicole jugé comme étant mauvais stable.

Le peuplement est conforme à la référence d'un point de vue qualitatif, mais quantitativement très déficitaire, avec des biomasses et effectifs faibles à très faibles. Ainsi, la majorité des espèces présente des abondances faibles à très faibles, sans évolution significative depuis le début du suivi en 2012, avec toutefois des fluctuations spécifiques interannuelles.

La biomasse de la population de truites est très basse mais stable à la faveur la présence persistante de quelques géniteurs. A noter pour la première fois la capture d'individus de phénotype atlantique marqué, à l'encontre des recommandations de bonne pratique en la matière.

Pour l'ombre, la chute des densités et biomasses entamée depuis 2019 s'était inversée en 2022, mais s'effondre de nouveau en 2023, vraisemblablement en conséquence d'une thermie limitante voire impactante. L'alevinage de 6000 ombrets 0+ l'année précédente fut sans effet notoire sur la cohorte de juvéniles de 2023. On notera toutefois un recrutement d'un bon niveau en 2024.

Largement déficitaires par rapport aux attentes, les espèces accompagnatrices vairon et surtout le blageon présentent des densités numériques en très forte augmentation, en raison d'un très fort recrutement annuel. Cette dernière constatation est en toute probabilité à relier aux conditions hydrologiques (étiage prononcé) et thermiques (températures élevées) qui ont caractérisées 2022 puis 2023.

Brème à Bonnevaux-le-Prieuré

Le peuplement piscicole de la Brème est conforme à la référence d'un point de vue qualitatif, mais présente toutefois un état de conservation médiocre, stable.

La truite fario reste très déficitaire dans ses biomasses, bien que le bon recrutement relatif de 2022 permette aux effectifs de juvéniles 2+ de progresser sensiblement. La densité d'alevins de l'année est moyenne pour la deuxième année consécutive. La situation instable de l'espèce reste de mise depuis 2015, avec une très faible représentation des écostades les plus âgés depuis cette date.

Le chabot se maintient dans une abondance légèrement au-dessus de l'optimal mais très en-deçà des valeurs historiques de cette station. Globalement, la population de cette espèce tend à diminuer au cours des années.

La population de vairon continue pour sa part de s'effondrer et n'est désormais représentée sur la station que par quelques individus adultes, de moins en moins nombreux.

Globalement, la situation piscicole reste pauvre sur la station, notamment en raison de l'effondrement de la population de truite observé depuis 9 saisons.

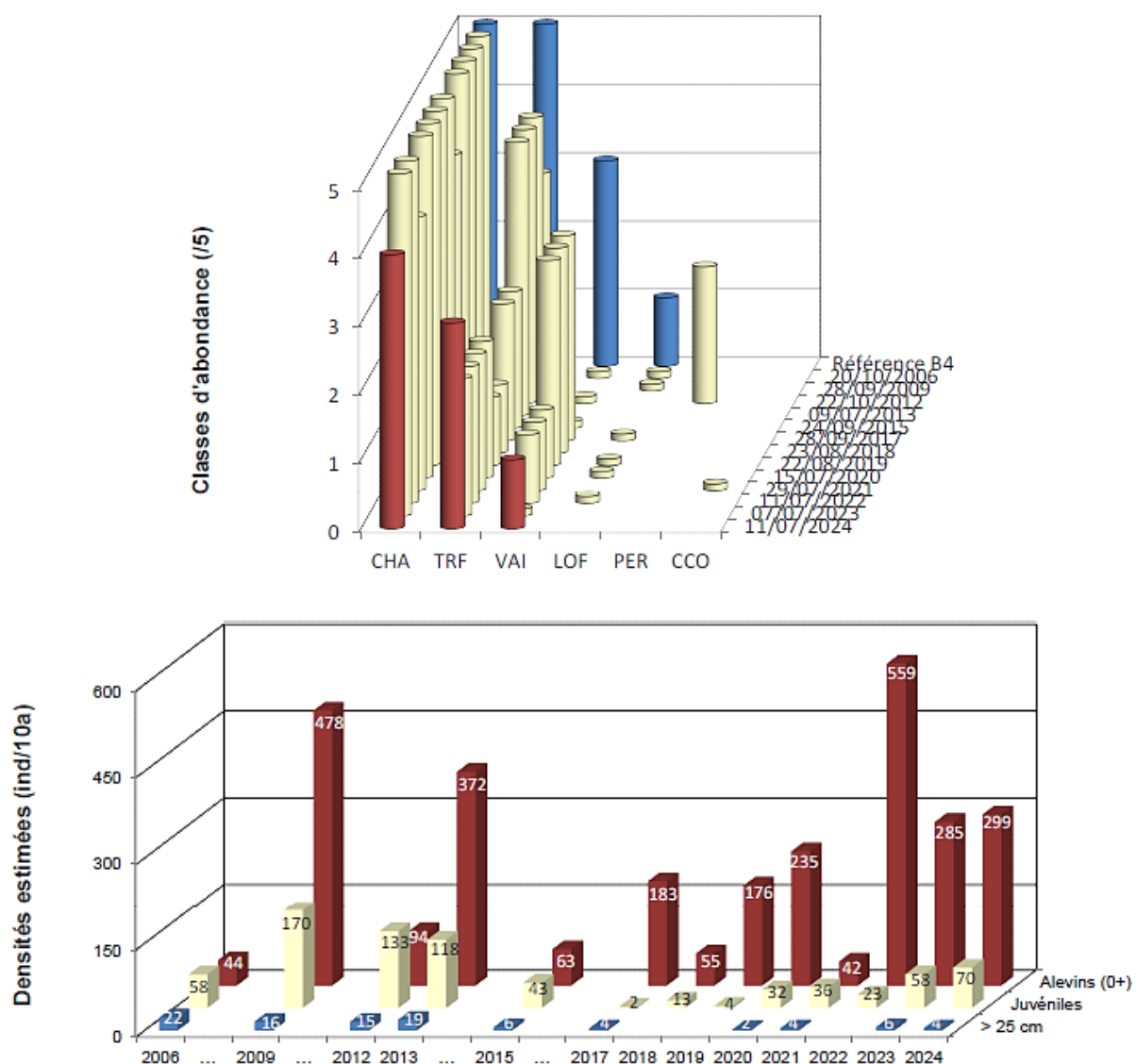


Figure 96. Comparaison entre référentiel typologique et données historiques au niveau de la station sur la Brème (en haut), structuration de la population en truites (en bas). Extrait fiche station réalisée par la Fédération de Pêche du Doubs.

Lison à Nans-sous-Sainte-Anne (Lison apical)

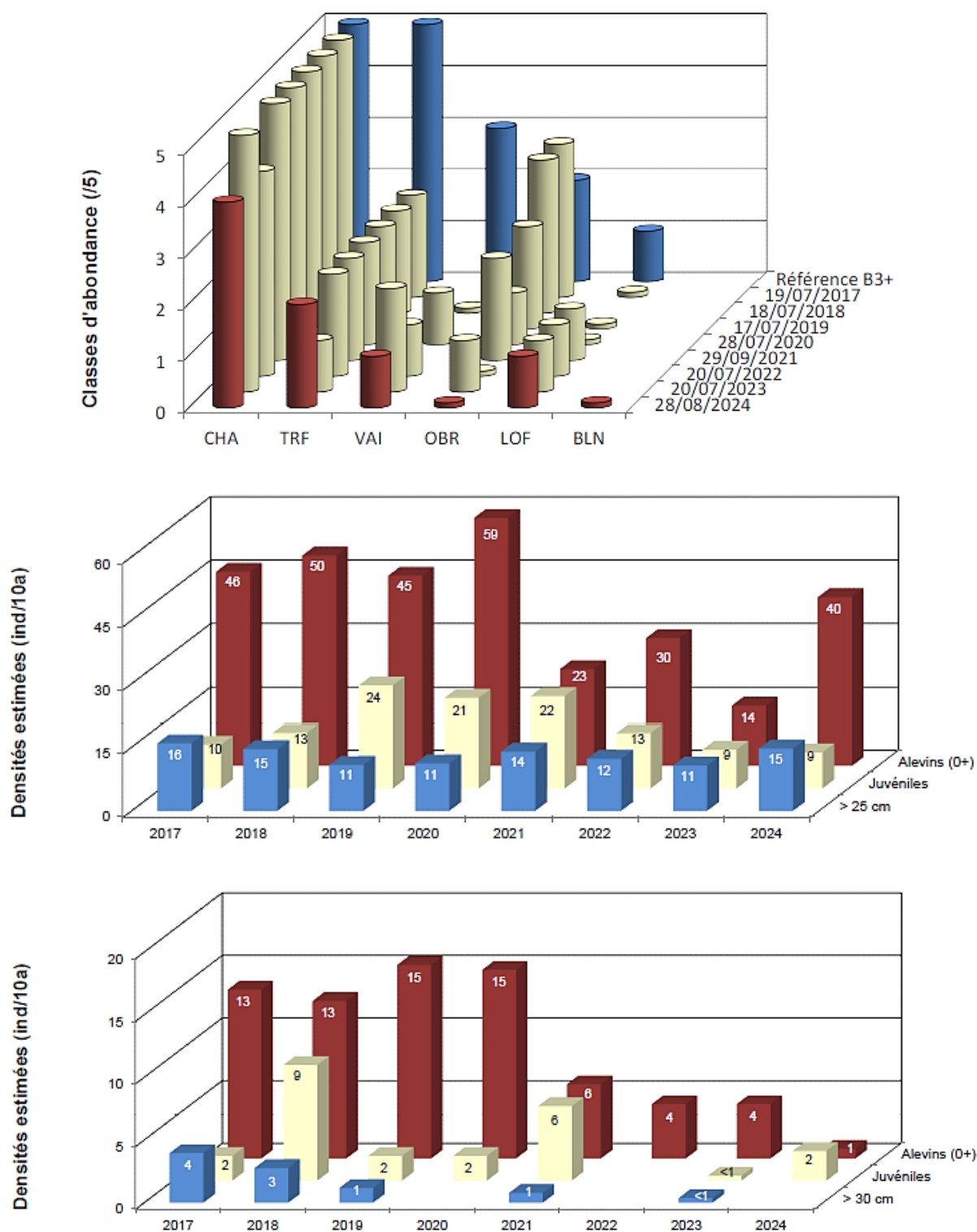


Figure 97. Comparaison entre référentiel typologique et données historiques au niveau de la station du Lison apical (en haut), structuration de la population en truites (au milieu) et en ombres (en bas). Extrait fiche station réalisée par la Fédération de Pêche du Doubs.

Peuplement conforme à la référence d'un point de vue qualitatif, mais présentant des déficits quantitatifs pour la plupart des espèces, particulièrement sévères pour les salmonidés.

Nettement sous-représentée pour l'ensemble des écostades depuis le début des suivis, la truite voit néanmoins sa biomasse retrouver le niveau révélé lors des premiers suivis (hausse sensible du nombre de géniteurs), après 2 années de chute continue.

En situation délicate depuis plusieurs saisons, la population d'ombres communs reste sur le fil du rasoir. Une poignée de juvéniles d'un an subsiste sur la station, accompagnée de 2 alevins uniquement. L'abondance de l'espèce reste largement en deçà de ce qu'elle était (pourtant très moyenne) il n'y a encore que 6 à 7 ans.

La densité de chabots chute nettement cette année. Sa population demeure relativement abondante, mais est pour la seconde fois inférieure à l'optimum attendu (plus bas niveau révélé depuis le début des suivis). Les espèces accompagnatrices minoritaires que sont la loche franche et le vairon, à affinité typologique plus basale, montrent des densités globalement stables.

Capture anecdotique, pour la première fois, d'un individu adulte de blageon (l'espèce est habituellement rencontrée sur le Lison à partir de Chiprey/Myon).

Lison en fermeture de bassin

Le peuplement piscicole du Lison présente un état de conservation jugé comme étant globalement mauvais et en voie de dégradation.

On constate la présence de toutes les espèces typiques à affinité apicale, mais absence ou très faible abondance de celles à affinité plus basale. A noter toutefois que le barbeau, le hotu, le chevesne ou encore la vandoise sont présents significativement sur le secteur, mais rassemblés en période d'étiage dans des mouilles hors station.

Truite et ombre sont toujours très largement déficitaires, et leurs abondances synthétiques respectives n'évoluent pas. L'ombre n'est d'ailleurs représenté désormais que par quelques alevins de l'année, son abondance est donc au plus bas.

Aucune espèce accompagnatrice n'est relevée, même celles qui semblaient se maintenir depuis plusieurs années (vairon, loche franche, lamproie de Planer, blageon).

Sur cette station, le facteur thermique est très fluctuant selon l'hydrologie. Après une année 2021 considérée comme « fraîche » pour la station, les années 2022, 2023 et 2024 sont caractérisées par des températures estivales très limitantes pour les Salmonidés et autres espèces d'eau froide qui désertent peu à peu le secteur.

La typologie historique probablement plus apicale peut expliquer l'absence actuelle d'espèces comme le goujon, le toxostome ou l'apron, par ailleurs absents dans la Loue à proximité, déconnectée des peuplements plus aval (seuils difficilement franchissables).

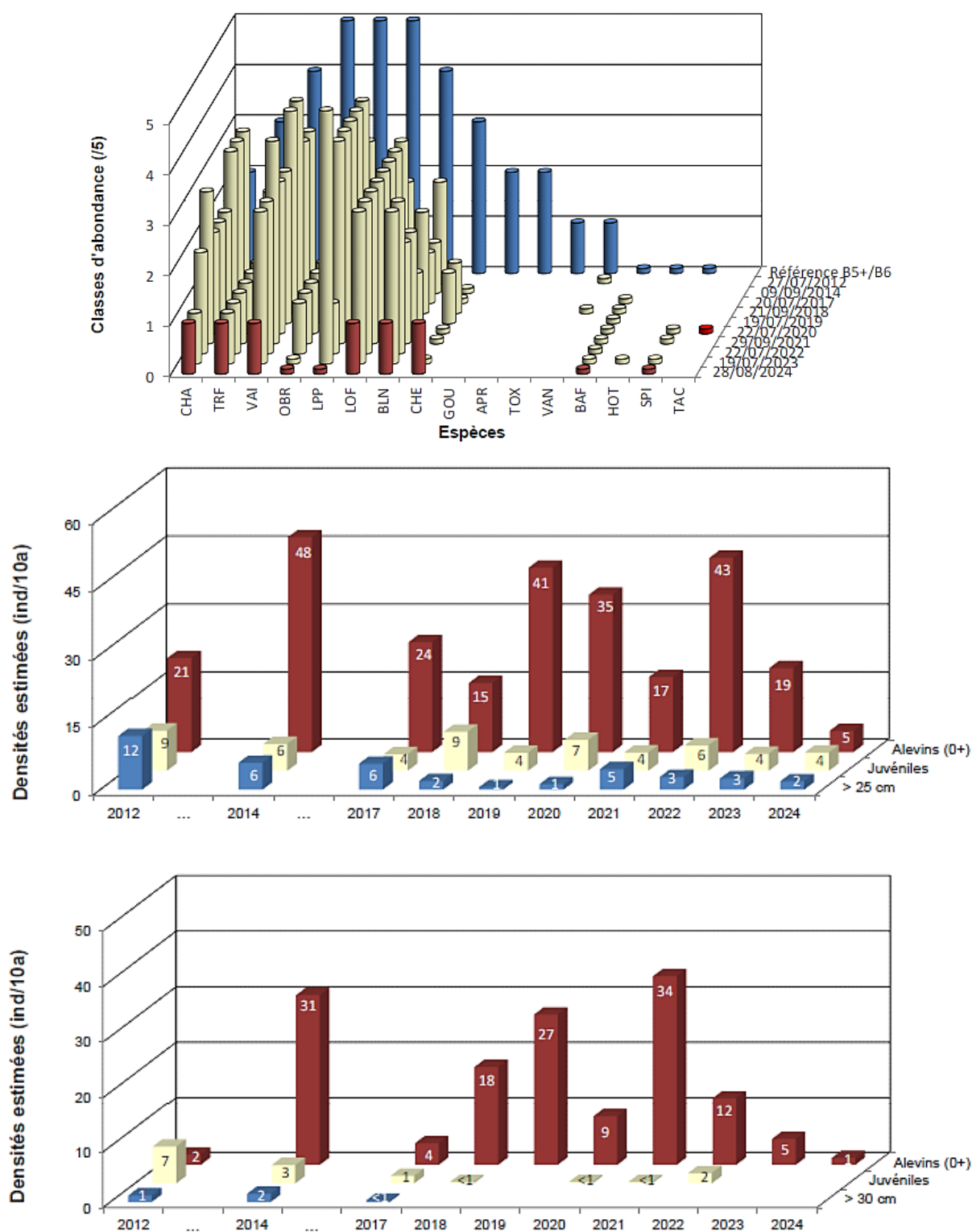


Figure 98. Comparaison entre référentiel typologique et données historiques au niveau de la station en fermeture de bassin du Lison (en haut), structuration de la population en truites (au milieu) et en ombres (en bas). Extrait fiche station réalisée par la Fédération de Pêche du Doubs.

H. Conclusion

Le BV hydrogéologique alimentant l'hydrosystème Loue est particulièrement vaste et couvre à ce titre des typologies de pressions variées, diffuses ou plus ou moins localisées mais multiples. L'objectif de ce suivi n'est donc pas d'établir un diagnostic fin de ce BV complexe (volet appréhendé par ailleurs dans le cadre d'autres dispositifs), mais plutôt d'en évaluer les états en certains points de surveillance et leurs tendances évolutives.

Le tableau présenté ci-après indique les éléments les plus discriminants et selon une approche relative interne à ce BV (les éléments systématiquement altérés ou sub-optimaux ne sont donc pas ici retranscrits car peu contrastants). Le système de notation s'avère ainsi subjectif et a vocation à faciliter une lecture synthétique des précédentes observations.

	Température	Pression organique	Dystrophie azotée (hors nitrates)	Dystrophie phosphorée	Nitrates	Pesticides	Médicaments, autres MPO	Sensibilité diatomées	Sensibilité macrobenthos	SPEAR	Etat piscicole
Source Loue				+	+	(+)	++		+	+	+
Loue aval Ornans	(+)		(+)	(+)	+	(+)	(+)	(+)	+	+	++
Loue à Chenecey	+		(+)	(+)	+	+	+	(+)	(+)	(+)	NA
Source Lison				(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	++
Fermeture du Lison	+		(+)	(+)	(+)		(+)		(+)	(+)	++
Brème médiane				+(+)	++	++	(+)		(+)	++	++

Tableau 63. Synthèse des observations caractérisant les principaux dysfonctionnements par station. NA : non évalué.

On remarquera plus particulièrement l'hyperthermie de la Loue à Chenecey-Buillon (voire dès Scey-Maizières) et les problématiques aussi de thermie et continuité observées sur le Lison, avec les glissements typologiques à l'œuvre. En outre, les populations de salmonidés sont toutes dysfonctionnelles, certaines plus que d'autres et aucun peuplement macrobenthique ne s'avère pleinement optimal dans ce BV.

Le BV hydrogéologique alimentant la source de la Loue intègre des pressions à la fois agricoles et domestiques. Ces pressions perdurent plus en aval sur la Loue (aval d'Ornans) et exurgences du Maine et Ecoutot. A cela s'ajoute une très nette pression industrielle opérant en tête de bassin de la Loue.

Le Lison se caractérise par les mêmes types de pressions agricoles et domestiques, mais davantage circonscrites à la tête de bassin. En revanche, il est associé à la fermeture de bassin des problématiques physiques liées à de la continuité, une vulnérabilité aux pics de chaleurs et des fonds parfois peu biogènes.

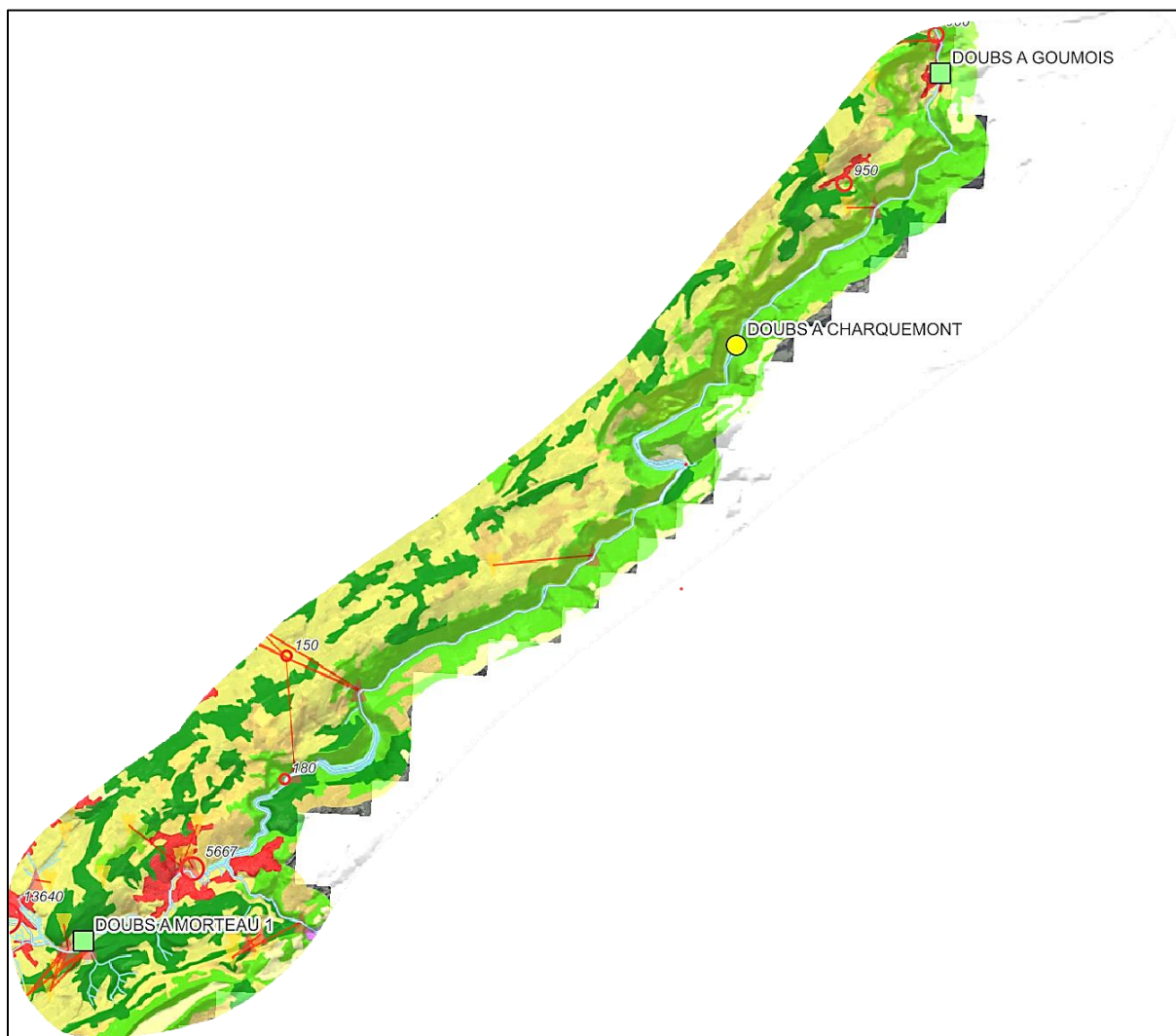
La Brème se caractérise pour sa part par une pression agricole particulièrement accrue, ainsi qu'une forte dystrophie phosphorée vraisemblablement en lien avec une pression domestique. Un focus sur ce BV est proposé dans le présent rapport.

V. Le Doubs franco-Suisse

A. Localisation

Libellé station	Code
DOUBS A MORTEAU 1 [RCS]	6018500
DOUBS A CHARQUEMONT [réseau patrimonial]	6004265
DOUBS A GOUMOIS [RCS]	6020100

Tableau 64. Stations investiguées ces 3 dernières années dans le BV du Doubs franco-suisse

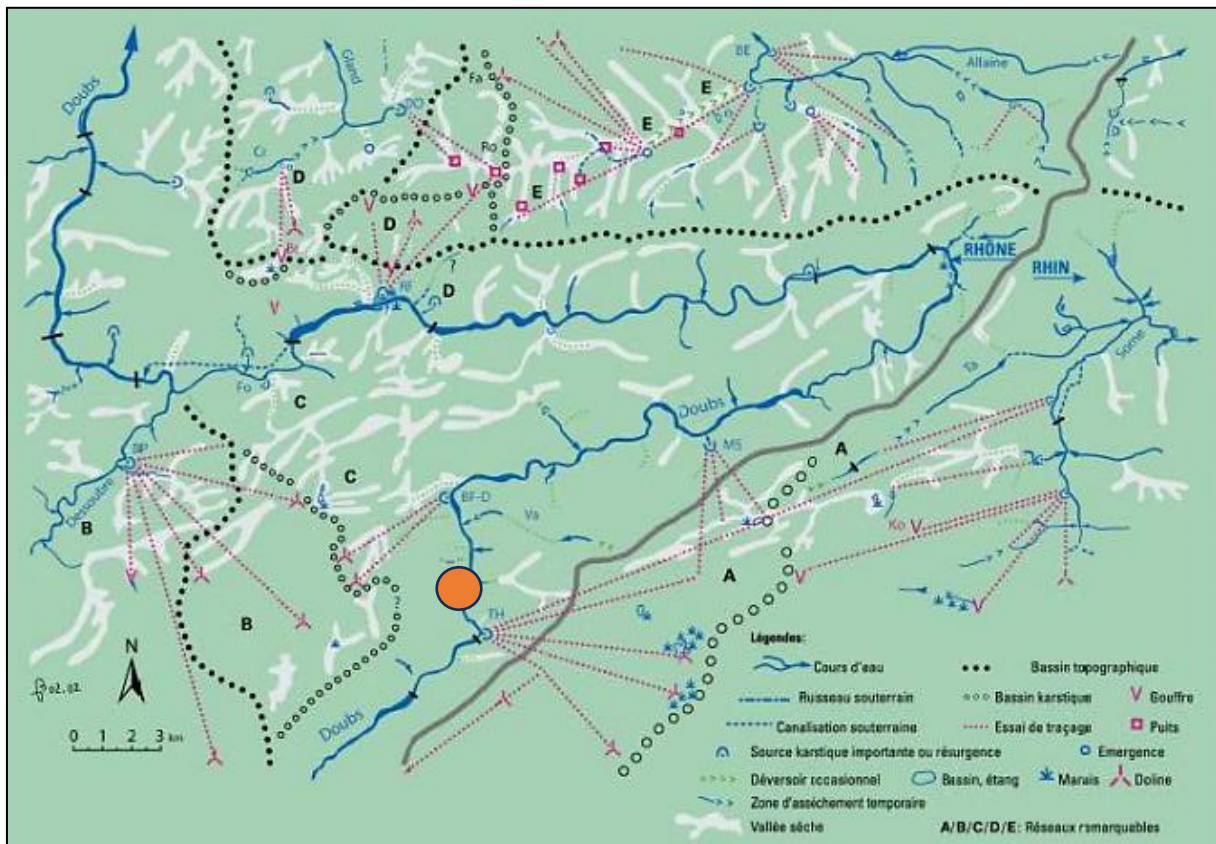


Carte 18. BV français du Doubs franco-suisse depuis Morteau, circulations karstiques, stations d'épuration et occupation du sol (côté français).

Le BV du Doubs franco-suisse est relativement peu étendu côté français, les plateaux environnants alimentant rapidement le BV hydrogéologique du Dessoubre. La rive droite (Suisse) est moins documentée quant à ces apports superficiels et souterrains (des pâturages et une activité industrielle y sont bien implantés), mais il semble composer les $\frac{3}{4}$ du BV hydrogéologique. On note en particulier une importante résurgence à l'amont de Goumois, drainant notamment les pertes de la Sorne (liée au bassin du Rhin).

La qualité de ce tronçon est évaluée par la succession de 3 stations. En amont du linéaire frontalier, la station 06018500 (réseau RCS) est localisée à l'aval de Morteau et de son aire industrielle (et d'une vaste zone humide), et à l'amont de Villers-le-Lac. La station patrimoniale localisée à Charquemont intègre à la fois le rejet domestique

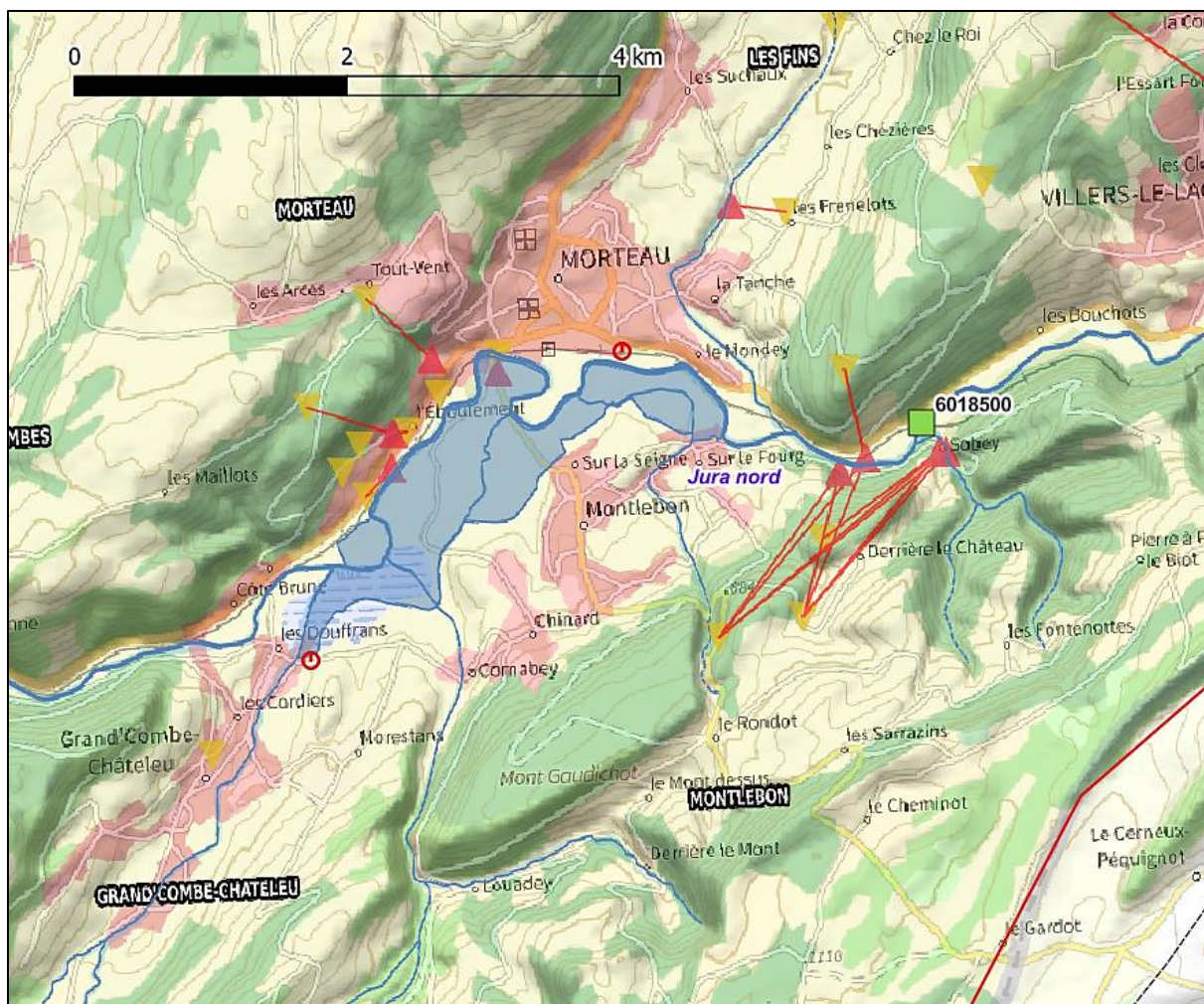
de Villers-le-Lac, mais aussi le fonctionnement en écluses successives de ce secteur du Doubs. La station RCS de Goumois est localisée à l'amont du rejet domestique éponyme mais à l'aval des résurgences suisses.



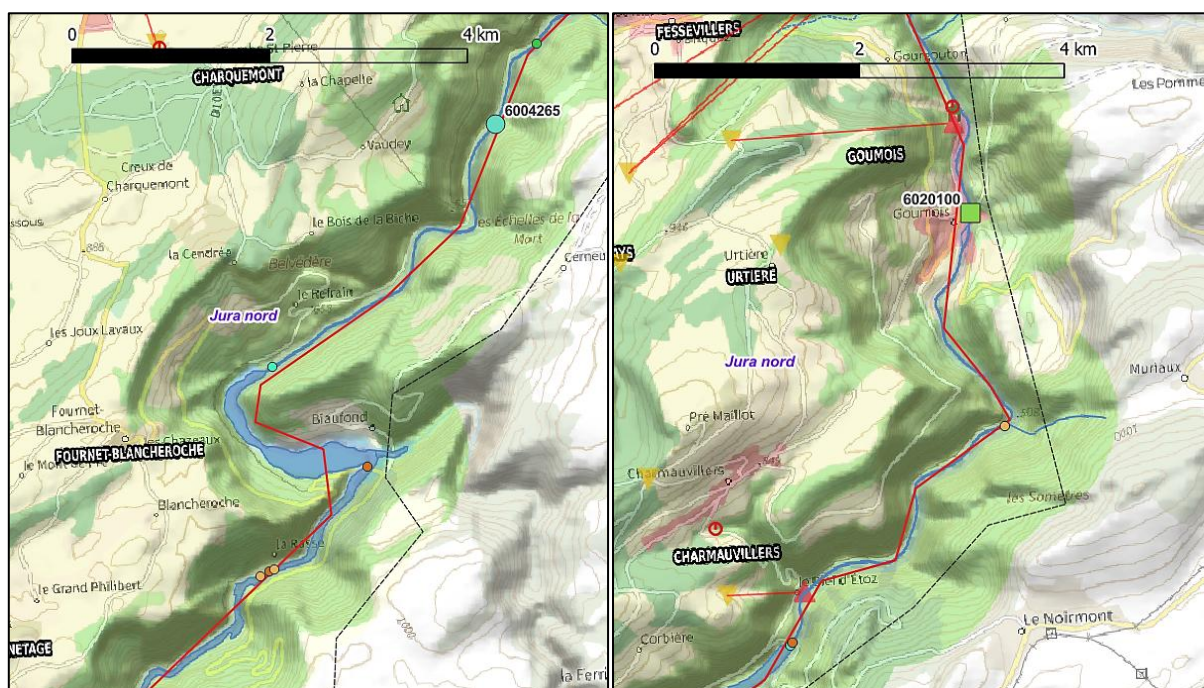
Carte 19. Résurgences karstiques à l'amont de Goumois depuis des infiltrations côté suisse.



Carte 20. BV hydrogéologique estimée du Doubs franco-suisse (à partir de Morteau).



Carte 21. Occupation du sol, circulations karstiques et stations d'épuration en amont de la station RCS à l'aval de Morteau.



Carte 22. Occupation du sol en amont de la station de Charquemont (à gauche) et en amont de Goumois (à droite).

B. Contexte hydrologique

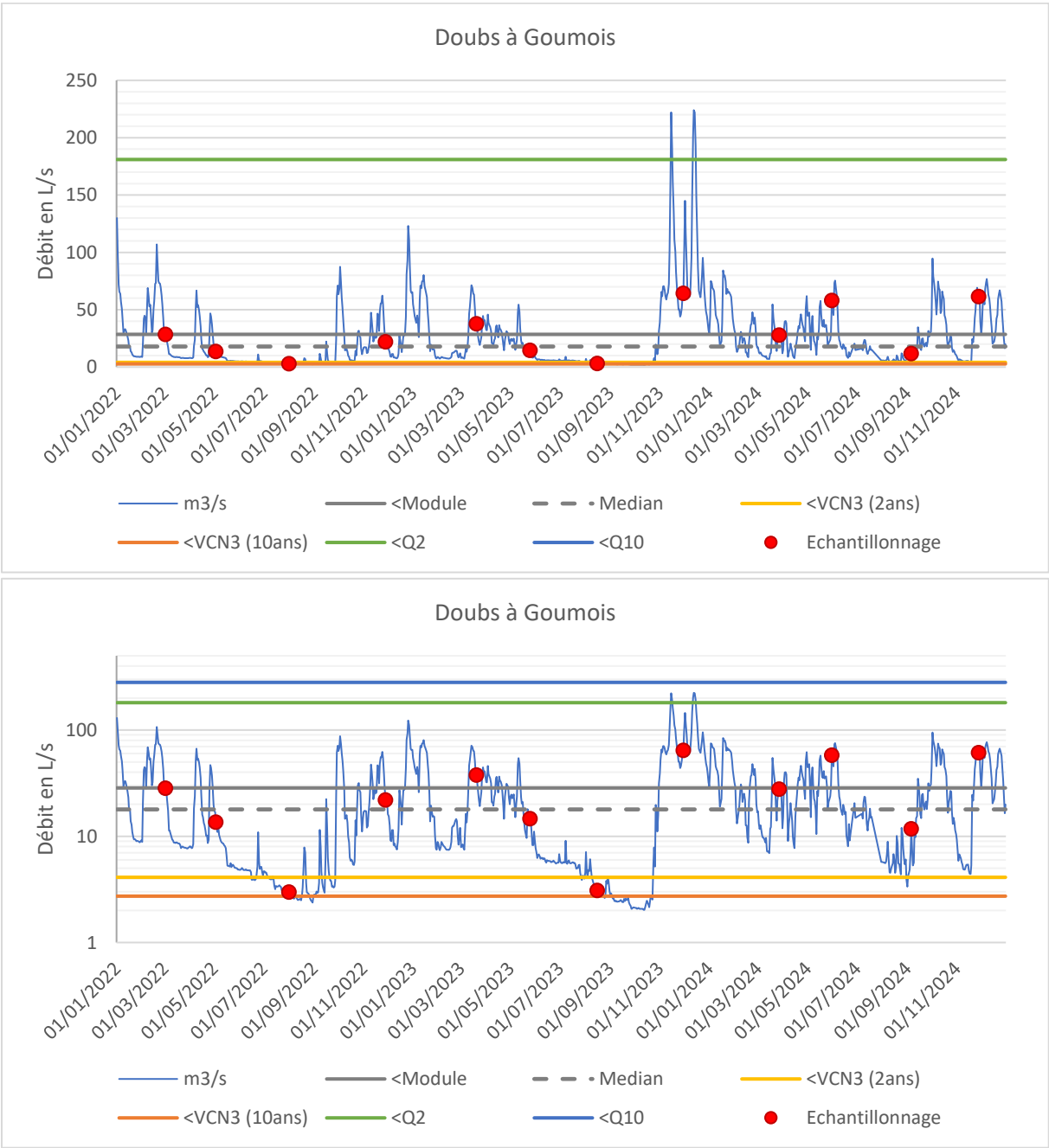


Figure 99. Chronique des débits mesurés entre le 1er janvier 2022 et le 31 décembre 2024 (3 ans) au sein de la station limnimétrique de Goumois. Les ronds indiquent les dates d’échantillonnages.



Figure 100. Typologies d’écoulements (5 modalités) au niveau de la station U210201 (Le Doubs à Ville-Du-Pont) du réseau ONDE. Bleu : Ecoulement visible acceptable. Jaune : Ecoulement visible faible. Orange : Ecoulement non visible. Rouge : Assec.

L'hydrologie du Doubs à Goumois de ces 3 dernières années se caractérise principalement par les étiages extrêmement forts de 2022 puis de 2023 (nettement plus prononcés que celui de 2020 par exemple) : les débits y furent inférieurs au VCN3 biennal une majeure partie de l'été et même inférieur au VCN3 décennal pendant une partie du mois d'août 2022 et de mi-août à mi-octobre en 2023.

En contraste, de fin 2023 à fin 2024, l'hydrologie du Doubs à Goumois fut plutôt conforme aux « normales » : 2 crues biennales (dont 1 s'inscrivant à quelques semaines de la sécheresse historique de 2023) et un court étiage en septembre.

C. Etat écologique DCE

	DOUBS A MORTEAU 1	DOUBS A CHARQUEMONT	DOUBS A GOUMOIS
Code station	6018500	6004265	6020100
ETAT ECOLOGIQUE	Mauvais	Bon	Moyen
Etat Biologique	Mauvais	Bon	Bon
Diatomées	Bon	Bon	Bon
Macroinvertébrés	Médiocre	Bon	Très bon
Poissons	Mauvais	Non qualifié	Bon
Macrophytes	Moyen	Non qualifié	Bon
Eléments physico-chimiques généraux	Bon	Bon	Bon
Bilan de l'oxygène	Bon	Très bon	Très bon
Oxygène dissous	Bon	Très bon	Très bon
Taux de saturation en O2 dissous	Bon	Très bon	Très bon
Carbone Organique dissous	Très bon	Très bon	Très bon
DBO5	Très bon	Très bon	Très bon
Nutriments	Bon	Bon	Bon
Ammoniaque-Ammonium	Bon	Très bon	Très bon
Nitrites	Bon	Très bon	Très bon
Nitrates	Très bon	Très bon	Très bon
Orthophosphates	Bon	Très bon	Très bon
Phosphore total	Bon	Bon	Bon
Acidification	Très bon	Très bon	Bon
Température	Très bon	Très bon	Très bon
Polluants spécifiques	Moyen	Bon	Moyen
Polluants synthétiques	Bon	Bon	Moyen
Polluants non synthétiques	Moyen	Non qualifié	Non qualifié

Tableau 65. Synthèse des états écologiques DCE 2025 (2022-2024) du Doubs franco-suisse. L'ordre des tableaux correspond à l'ordre amont-aval des stations le long du linéaire.

La majeure partie des composantes de l'état écologique DCE de la station localisée à Morteau sont déclassées, indiquant par là des dysfonctionnements hydro-écologiques majeurs. Plus en aval, au niveau de la station patrimoniale à Charquemont, la physico-chimie semble comparativement moins altérée (seul le phosphore total ne conserve pas un très bon état), mais l'hydrobiologie y demeure toutefois encore dysfonctionnelle. A Goumois, le constat est sensiblement similaire avec toutefois un déclassement en un état « moyen » en raison d'une contamination accrue par les polluants spécifiques synthétiques.

Les chapitres suivants sont destinés à approfondir ces premiers constats.

D. Température et pression organique

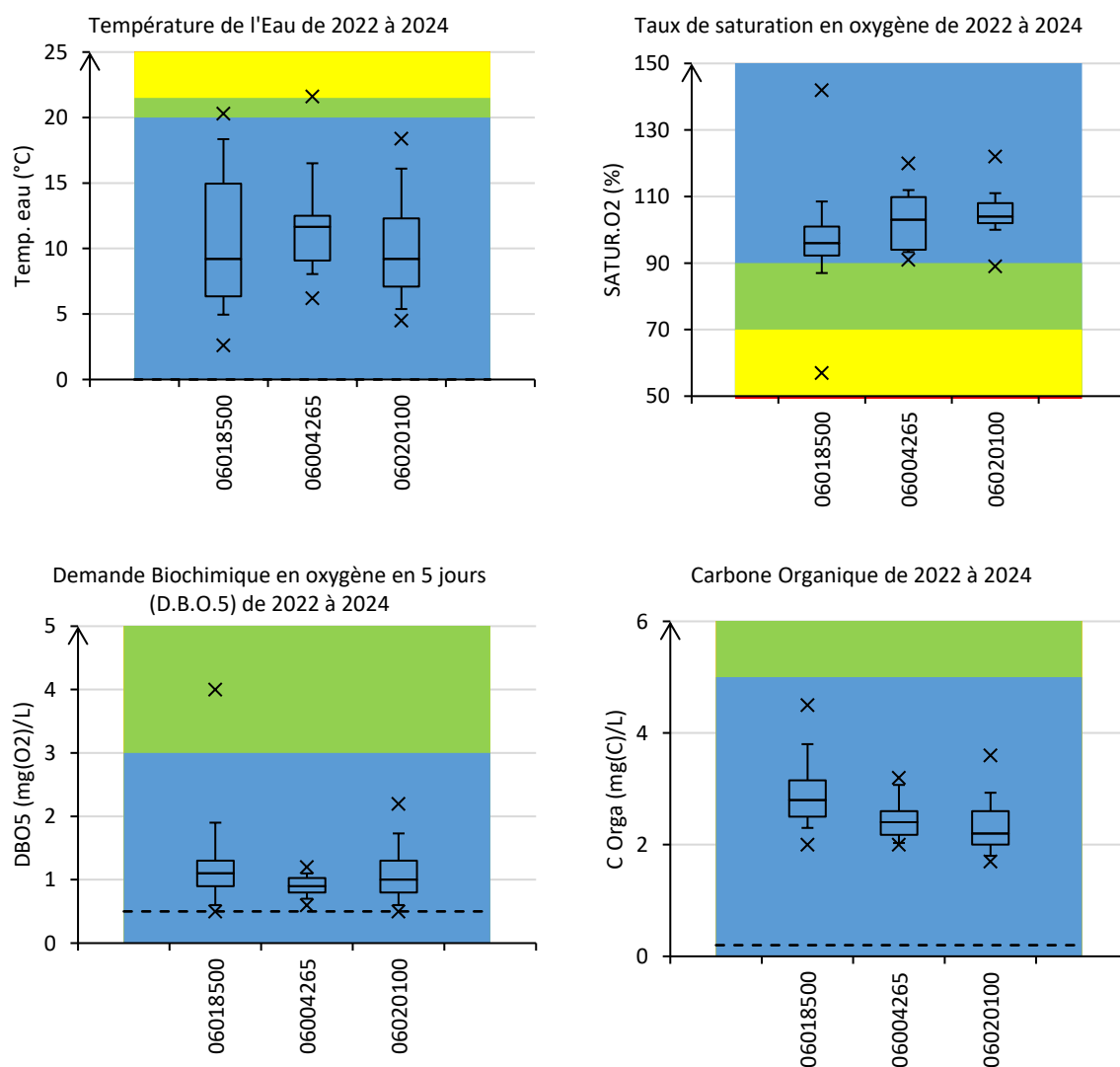


Figure 101. Variabilité sur 3 ans (min, percentiles 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, max) des mesures des paramètres du bilan de l'oxygène et de la température de l'eau.

Le Doubs à l'aval de Morteau se caractérise par un bilan de l'oxygène altéré, que soit par une forte amplitude thermique, ou par une charge organique conduisant parfois à une hypoxie relative. Ces observations sont vraisemblablement au moins pour partie liées au contexte environnemental de la station (surlargeur dans un contexte de vaste zone humide), ce qui n'exclue toutefois pas une pollution organique conjointe d'origine domestique.

Plus en aval, à Charquemont, ces pressions organiques tendent à s'amoinrir (DBO5 et COD dans la « normale » du bassin hydrographique du Doubs), tandis que la pression thermique tend au contraire à s'accroître (impact des barrages hydroélectriques successifs ?).

Encore plus en aval, à Goumois, la teneur en carbone organique poursuit sa décroissance longitudinale, contrairement à la pollution organique biodégradable (DBO5) qui atteint un niveau comparable à celui observé à l'aval de Morteau. La présomption d'une pollution organique d'origine domestique est ici soulevée (via les afférences suisses ?).

E. Trophie

1. Matières phosphorées

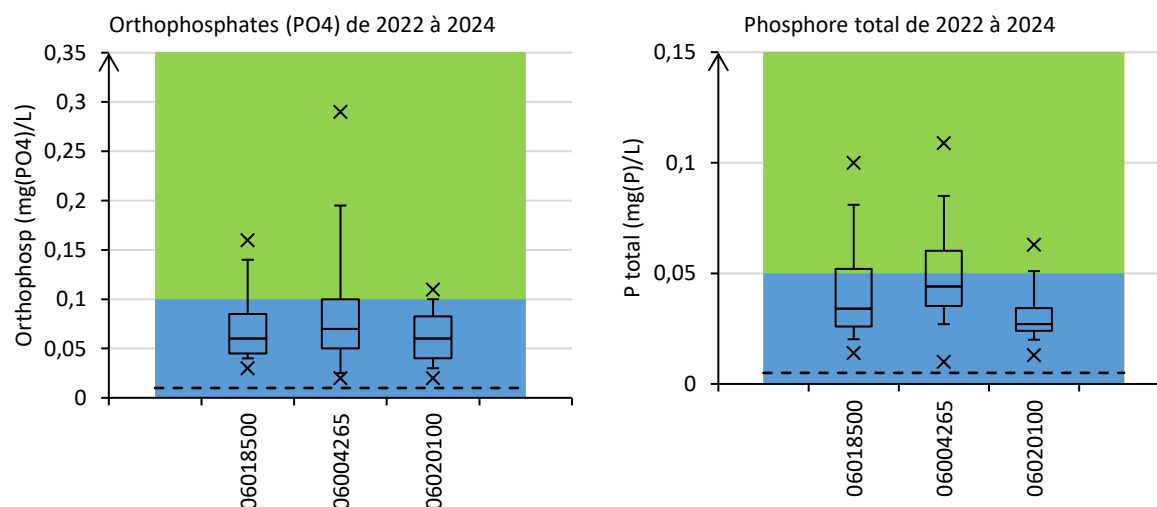


Figure 102. Variabilité sur 3 ans (min, percentiles 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, max) des teneurs en matières phosphorées.

On constate dans les 3 stations une dystrophie phosphorée chronique, ces valeurs sont trop élevées pour ne correspondre qu'à une contamination diffuse, suggérant ainsi la présence de pollutions domestiques conjointes. On remarque que la contamination phosphorée a tendance à être accrue au niveau de Charquemont, d'où un surcroît de suspicion concernant les rejets de Villers-le-Lac et/ou de communes suisses (La Chaux-de-Fonds, Le Locle ; transitant tout ou partie par la retenue de Biaufond notoirement comblée par les sédiments).

Il convient toutefois de relativiser ces niveaux de dystrophies phosphorées, qui s'inscrivent de façon plus ou moins proche de ce qui est plus globalement observé dans le bassin hydrographique du Doubs.

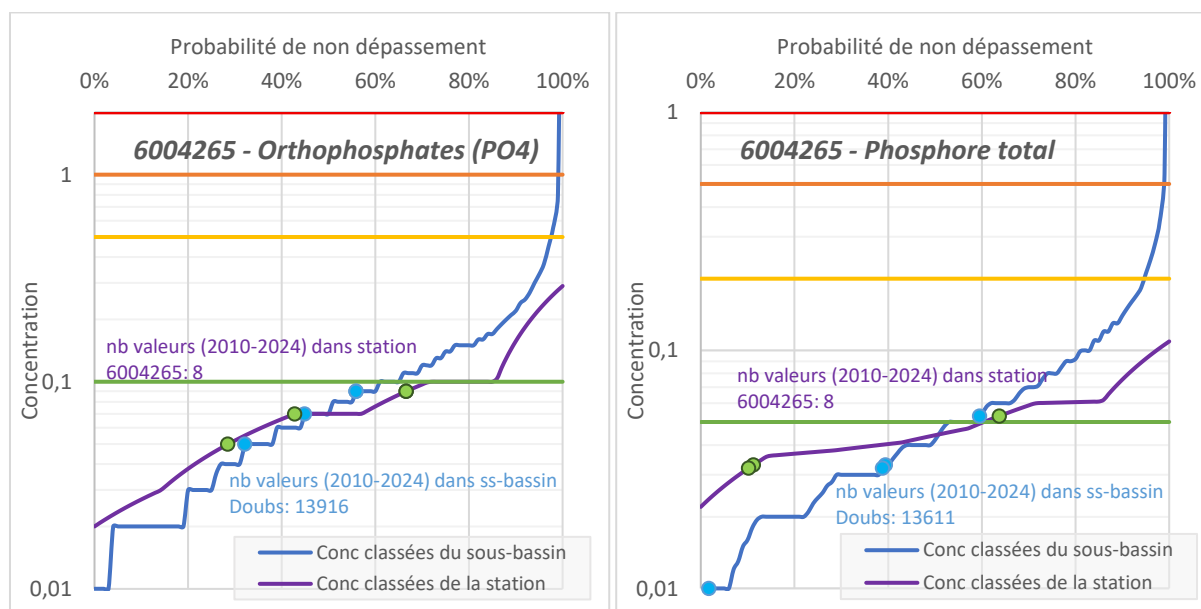


Figure 103. Probabilités d'observer les concentrations 2024 en matières phosphorées (points) par rapport à ce qui est habituellement observé dans la station de Charquemont (courbe violette) et plus globalement dans le bassin hydrographique du Doubs (courbe bleue).

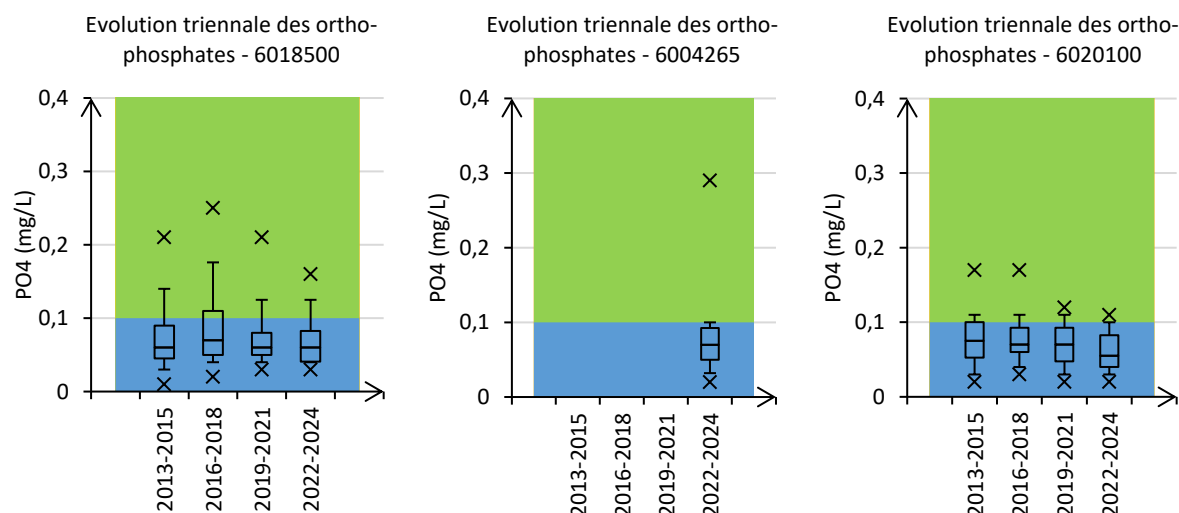


Figure 104. Evolution de la variabilité des concentrations en phosphates. Référentiel DCE.

Les stations RCS de Morteau et Goumois bénéficient d'une plus grande chronique de données que la station de Charquemont. S'il n'est pas observé d'évolution ostensible du niveau de contamination par les phosphates à Goumois, en revanche, il semble se dessiner une faible décroissance (très progressive) de la dystrophie phosphorée à Goumois au cours de la dernière décennie.

2. Matières azotées

La contamination du Doubs par l'ammonium et les nitrites est principalement prégnante au niveau de la station en aval de Morteau, indiquant ainsi *de facto* la présence d'une pollution domestique à proximité. Cette dystrophie azotée (hors nitrates) s'avère bien plus relictuelle au niveau des 2 stations plus en aval, bien qu'une légère contamination soit encore avérée au niveau de Charquemont.

En revanche, la contamination du milieu par les nitrates croît longitudinalement entre Morteau et Goumois. Le rapprochement avec l'occupation du sol côté français n'est pas établi. Demeure ainsi la question des apports possibles en nitrates depuis le côté Suisse (pratiques agricoles contrastées avec celles françaises ?). Ces observations sont particulièrement stables dans le temps, avec en outre une très légère tendance à la hausse des teneurs au cours de la décennie.

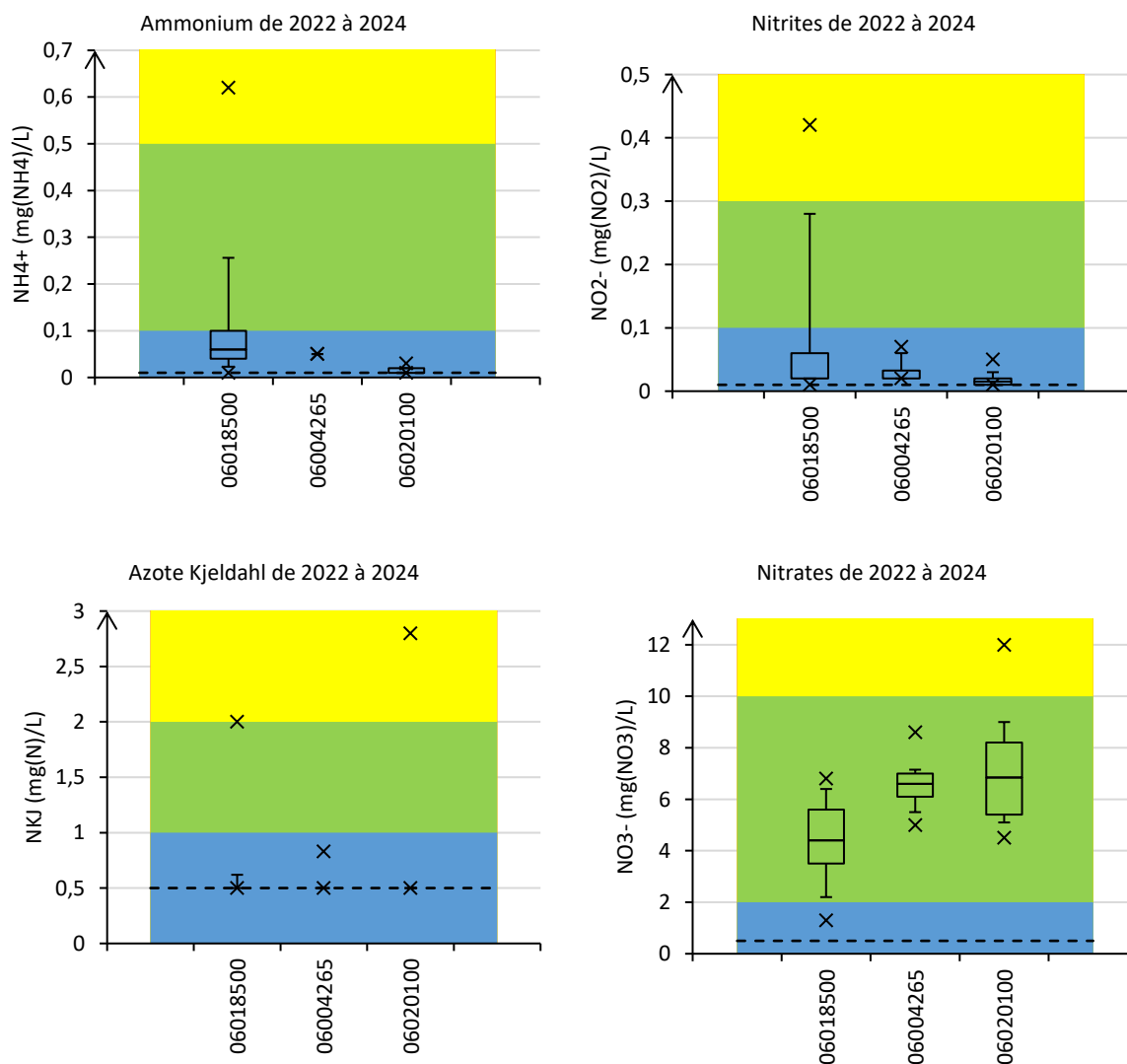


Figure 105. Variabilité sur 3 ans (min, percentiles 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, max) des teneurs en matières azotées (référentiel DCE et SEQ-Eau pour les nitrates et azote Kjeldahl).

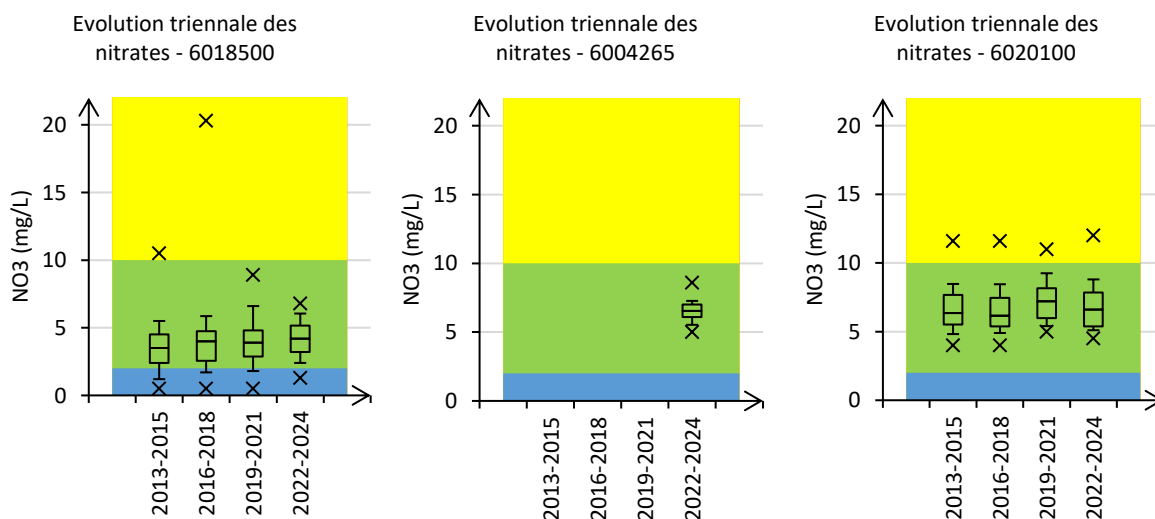


Figure 106. Evolution de la variabilité des concentrations en nitrates. Référentiel SEQ-Eau.

F. Pesticides et autres micropolluants, métaux lourds

Les pesticides et métaux lourds ont été investigués pour la première fois en 2024 dans le cadre du suivi de la station patrimoniale de Charquemont (4 campagnes sur eau ; 1 campagne sédiment, bryophyte).

Remarque : une synthèse de la qualité des eaux de ce tronçon du Doubs a été réalisée pour l'EPAGE Doubs Dessoubre en 2021 (période 2016-2021) dans le cadre du suivi de l'Opération collective Limitox.

1. Pesticides

Support eau

		6018500	6004265	6020100
2022	Nombre de substances quantifiées	23		21
	Nombre de substances recherchées	6881	0	6883
2023	Nombre de substances quantifiées	23		7
	Nombre de substances recherchées	6888	0	6890
2024	Nombre de substances quantifiées	15	8	4
	Nombre de substances recherchées	6822	4432	6868

Tableau 66. Efforts analytiques et niveaux de contamination par les pesticides dans le BV du Doubs franco-Suisse entre 2022 et 2024. Stations 6018500 et 6020100 : 12 campagnes par an; station 6004265 : 4 campagnes en 2024.

Le Doubs franco-suisse (à Morteau et Goumois) est contaminé par de grandes quantités et diversités de pesticides agricoles (très majoritairement des herbicides), sans commune mesure avec ce qui est observé dans les autres stations patrimoniales. Ceci corrobore la forte pression agricole diagnostiquée via les nitrates, peut-être en lien avec des pratiques agricoles différentes côté suisse.

A noter qu'une petite partie de ces pesticides peuvent aussi provenir d'usages biocides (propiconazole, tébuconazole, AMPA...).

La chronique de ces niveaux de contaminations en pesticides dissous dans les 2 stations RCS indique une décroissance à l'œuvre entre 2023 et 2024 à Morteau, et de façon plus encore significative à Goumois entre 2022 et 2023. En revanche, en comparant avec 2021, il semble que ce soit l'année 2024 qui soit la plus proche des observations d'alors. Ce sont donc avant tout les régimes hydrologiques de l'année considérée (forts étiages peu diluant, ou à l'inverse hautes eaux récurrentes) qui déterminent les niveaux de quantifications, plutôt que des évolutions ostensibles des niveaux de polluants émis dans le milieu récepteur.

La première investigation de cette pollution à Charquemont indique qu'en 2024 le niveau de contamination en pesticides dissous y est *in fine* plutôt similaire à celui de Goumois (et donc moindre que celui de Morteau), avec la seule présence chronique de l'AMPA.

Par ailleurs, on note l'apparente incohérence entre niveaux de pollution par les nitrates (en forte croissance longitudinale) et à l'inverse la plus forte pollution par les PPP dans le secteur amont de Morteau.

	Paramètre	Nb quantif. 2021	Conc. moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantif. 2022	Conc. moyenne 2022 (µg/L)	Nb quantif. 2023	Conc. moyenne 2023 (µg/L)	Nb quantif. 2024	Conc. moyenne 2024 (µg/L)
6018500	2,4-MCPA					1	0,0120	1	0,006
	AMPA	6	0,087	4	0,083	4	0,1340	4	0,123
	Cyromazine					1	0,0760		
	Dicofol			1	0,012				
	Diflufenicanil			1	0,011				
	Glyphosate	1	0,048			1	0,0430	1	0,041
	Isodrine			1	0,001				
	Mécoprop			1	0,005	1	0,0060		
	Métazachlore OXA					1	0,0230		
	Metolachlor ESA					1	0,0510		
	Métolachlore total					1	0,0980		
	Propiconazole	7	0,033	7	0,011	6	0,0135	5	0,007
	Prosulfocarbe							1	0,005
	S-Métolachlore					1	0,0980		
	Tébuconazole	1	0,028	5	0,013	5	0,0150	3	0,005
	Triclopyr			3	0,033				
	Total Pesticides	15	0,055	23	0,026	23	0,0478	15	0,039
6004265	AMPA							8	0,035
	Total Pesticides							8	0,035
6020100	2,6-Dichlorobenzamide			1	0,006				
	Aminotriazole	1	0,032						
	AMPA	4	0,068	4	0,043	4	0,0390	3	0,033
	asulame			1	0,011				
	Bentazone			1	0,058				
	Clothianidine			1	0,007				
	Dichlorvos					1	0,0010	1	0,000
	Diméthénamide			1	0,170				
	Dimethenamid-P			1	0,170				
	Fluroxypyr			1	0,048				
	Mécoprop			2	0,022				
	Métazachlore			1	1,400				
	Métolachlore total			1	0,230				
	Propiconazole	3	0,012	1	0,020				
	Propyzamide					1	0,0120		
	Quinmerac			1	0,345				
	Tébuconazole			1	0,010				
	Terbuthylazine			1	0,011				
	Terbuthylazine déséthyl			1	0,006				
	Triclopyr			1	0,031	1	0,0220		
	Total Pesticides	8	0,042	21	0,130	7	0,0273	4	0,025

Tableau 67. Pesticides dissous quantifiés depuis 2021 dans le Doubs franco-suisse.

Support sédiment

Une pollution récurrente du sédiment de la station de Goumois par la perméthrine fut observée entre 2018 et 2020 et de nouveau en 2022, en lien probable avec un usage non agricole (interdit en PPP mais autorisé en biocide, par exemple pour le traitement du bois, les usages côté suisse étant aussi possiblement différents). Toutefois, aucune contamination du sédiment par des pesticides n’y est plus quantifiée depuis 2023.

De façon encore plus inattendue au regard de l’importante pollution de l’eau, le sédiment à Morteau n’a pas permis de mettre en évidence de contamination par les PPP (au moins depuis 2022).

En revanche, les investigations sédimentaires à Charquemont démontrent une contamination par les pesticides nettement plus affirmée que pour les 2 autres stations considérées.

		6018500	6004265	6020100
2022	Nombre de substances quantifiées	0		2
	Nombre de substances recherchées	305	0	305
2023	Nombre de substances quantifiées	0		0
	Nombre de substances recherchées	305	0	305
2024	Nombre de substances quantifiées	0	4	0
	Nombre de substances recherchées	305	133	305

Tableau 68. Efforts analytiques et niveaux de contamination par les pesticides dans le BV du Doubs franco-Suisse entre 2022 et 2024.

	Paramètres	Nb quantif. 2022	Concentration moyenne 2022 (µg/kg MS)	Nb quantif. 2023	Concentration moyenne 2023 (µg/kg MS)	Nb quantif. 2024	Concentration moyenne 2024 (µg/kg MS)
6018500							
6004265	Diflufenicanil					1	7,0
	Ethofumésate					1	6,0
	Oxadiazon					1	7,0
	Napropamide total					1	7,0
	Total Pesticides					4	6,8
6020100	Diflufenicanil	1	3				
	Perméthrine	1	13				
	Total Pesticides	2	8				

Tableau 69. Pesticides adsorbés quantifiés depuis 2022 dans le Doubs franco-suisse.

2. Autres micropolluants

Support eau

		6018500	6004265	6020100
2022	Nombre de substances quantifiées	168		139
	Nombre de substances recherchées	3731	0	3732
2023	Nombre de substances quantifiées	163		133
	Nombre de substances recherchées	3851	0	3851
2024	Nombre de substances quantifiées	153	20	100
	Nombre de substances recherchées	3966	184	3845

Tableau 70. Efforts analytiques et niveaux de contamination par les micropolluants dissous dans le BV du Doubs franco-Suisse entre 2022 et 2024. Stations 6018500 et 6020100 : 12 campagnes par an; station 6004265 : 4 campagnes en 2024.

	Paramètre	Nb quantif. 2021	Conc. moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantif. 2022	Conc. moyenne 2022 (µg/L)	Nb quantif. 2023	Conc. moyenne 2023 (µg/L)	Nb quantif. 2024	Conc. moyenn e 2024 (µg/L)
6018500	HAP								
	Acénaphène					2	0,0063		
	Anthraquinone					1	0,006		
	Benzo(a)anthracène	3	0,001						
	Benzo(a)pyrène			2	0,002	2	0,0018	2	0,0013
	Benzo(b)fluoranthène	7	0,001	4	0,001	2	0,0015	4	0,0014
	Benzo(g,h,i)pérylène	7	0,001	2	0,002	2	0,0012	7	0,0011
	Benzo(k)fluoranthène	6	0,001	1	0,001	2	0,0013	9	0,0010
	Fluoranthène	2	0,005	2	0,005	2	0,0078	4	0,0012
	Fluorène			1	0,006	1	0,0069	4	0,0071
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	7	0,001	4	0,001	2	0,0015	1	0,0052
	Méthyl-2-Naphtalène			1	0,006			6	0,0010
	Naphtalène	2	0,009	6	0,008	1	0,0064	6	0,0195
	Phénanthrène	2	0,007	3	0,01	5	0,0127	4	0,0157
	Pyrène					1	0,0057	1	0,0112
	Total HAP	36	0,002	26	0,005	23	0,0057	48	0,0054
	Médicaments								

	Paramètre	Nb quantif. 2021	Conc. moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantif. 2022	Conc. moyenne 2022 (µg/L)	Nb quantif. 2023	Conc. moyenne 2023 (µg/L)	Nb quantif. 2024	Conc. moyenn e 2024 (µg/L)
	1,7-Diméthylxanthine	1	0,302	4	0,102	2	0,1185		
	2-Hydroxy Ibuprofen			1	0,024				
	Acebutolol	2	0,008	3	0,01	4	0,0068	2	0,0075
	Acide fenofibrique	1	0,007	1	0,005				
	Atenolol			1	0,006	2	0,005		
	Bezafibrate	1	0,008	1	0,009	1	0,007		
	Caféine	3	0,18	1	0,294	2	0,15	1	0,1080
	Carbamazepine	2	0,016	1	0,015	2	0,032	2	0,0095
	Carbamazepine epoxide	1	0,007			1	0,012		
	Clarithromycine	1	0,005	2	0,014	1	0,005	1	0,0050
	Cotinine	4	0,037	4	0,054	4	0,016	3	0,0090
	Desvenlafaxine	1	0,03	2	0,044	2	0,0595	1	0,0140
	Diclofenac	1	0,022	2	0,02	4	0,01	3	0,0063
	Erythromycine			1	0,007				
	Furosemide	1	0,028	2	0,015	2	0,0125		
	Gabapentine	4	0,04	3	0,043	4	0,065	3	0,0217
	Hydrochlorothiazide	3	0,023	1	0,02	4	0,0148	4	0,0088
	Hydroxy-metronidazole					1	0,013		
	Ibuprofene	1	0,011	2	0,021			2	0,0170
	Irbesartan	4	0,042	4	0,079	4	0,079	4	0,0218
	Isoquinoline			2	0,121				
	Metformine	12	0,185	12	0,253	12	0,3164	12	0,2281
	Nicotine	4	0,157	4	0,416	1	0,743		
	O-Demethyltramadol	2	0,011	2	0,018	2	0,022		
	Oxazepam	3	0,02	2	0,056	3	0,039	3	0,0120
	Paracetamol	1	0,108	2	0,181	2	0,0705	2	0,1230
	Propranolol			1	0,005				
	Sotalol	4	0,021	2	0,035	4	0,0258	4	0,0103
	Sulfamethoxazole	2	0,019	1	0,01	1	0,033	2	0,0065
	Tramadol	3	0,012	3	0,019	4	0,021	4	0,0073
	Trimethoprim	1	0,012	1	0,006	2	0,006		
	Total Médicaments	63	0,076	68	0,107	71	0,0934	53	0,0666
	PFAS/PFOS								
	Acide perfluoro-n-heptanoïque	2	0,015	5	0,014	6	0,0052		
	Acide perfluoro-n-hexanoïque	3	0,022	7	0,018	8	0,0163	1	0,0032
	Acide perfluoro-octanoïque			1	0,002				
	Acide perfluoro-n-butanoïque							1	0,0021
	Acide sulfonique de perfluorooctane			6	0,005	4	0,007	1	0,0023
	Acide sulfonique de perfluorooctane (gelé)			6	0,005	4	0,007		
	Total PFAS	5	0,019	25	0,01	22	0,0099	3	0,0025
	Phtalates								
	Di(2-ethylhexyl)phtalate			2	0,43	6	0,6517	1	0,6200
	Diéthyl phtalate					2	0,075		
	n-Butyl Phtalate	3	0,093	3	0,093	2	0,095	1	0,0800
	Total Phtalates	3	0,093	5	0,228	10	0,425	2	0,3500
	Autres MPO								
	1,7-Diméthylxanthine							3	0,0503
	4-tert-butylphénol	2	0,028	3	0,015	3	0,0167	4	0,0160
	Anthraquinone							1	0,0120
	Benzotriazole			9	0,048	7	0,0587	6	0,0328
	Bisphenol A	2	0,085	2	0,033			3	0,0270
	Bisphenol S	1	0,206	1	0,028				
	Diphenylurée			1	0,005	1	0,009	1	0,0060
	EDTA	3	14	4	15,75	4	15,75	4	10
	Furosemide							1	0,0120
	Galaxolide			6	0,046	4	0,076	4	0,0335
	Isoquinoline							1	0,0100

	Paramètre	Nb quantif. 2021	Conc. moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantif. 2022	Conc. moyenne 2022 (µg/L)	Nb quantif. 2023	Conc. moyenne 2023 (µg/L)	Nb quantif. 2024	Conc. moyenn e 2024 (µg/L)
	Méthylphénol-2					1	0,022		
	méthylphénol-3 ,					2	0,07	2	0,1050
	méthylphénol-4								
	Monobutylétain cation	2	0,004	4	0,031	1	0,0058	2	0,0028
	Monooctylétain cation			1	0,006	1	0,0063	2	0,0015
	Dioctylétain cation							1	0,0016
	N-Butylbenzenesulfonamide			3	0,189	2	0,9295		
	Nitrophénol-2			2	0,023	1	0,025		
	Pentachlorobenzene					1	0,0006		
	Phosphate de tributyle	2	0,01	1	0,009	2	0,008		
	Tolyltriazole			12	0,422	11	0,0214	8	0,0114
	Total Autres MPO	12	3,538	49	1,422	41	1,6118	43	0,9530
	COV								
	Formaldéhyde							1	2,0000
	N-Butylbenzenesulfonamide							1	0,3420
	Xylène-méta							1	0,1300
	Xylène-para							1	0,1300
	Total COV							4	0,6505
6004265	COV								
	Formaldéhyde							2	1,0000
	Total COV							2	1,0000
	Médicaments								
	Carbamazepine							8	0,0058
	Total Médicaments							8	0,0058
	Autres MPO								
	Benzotriazole							8	0,0893
	Phosphate de tributyle							2	0,0080
	Total Autres MPO							10	0,0730
6020100	HAP								
	Benzo(a)anthracène	3	0,003			1	0,0021		
	Benzo(a)pyrène			3	0,002	3	0,0021		
	Benzo(b)fluoranthène	7	0,002	5	0,001	3	0,0016	5	0,0007
	Benzo(g,h,i)pérylène	10	0,002	8	0,001	3	0,0022	6	0,0009
	Benzo(k)fluoranthène	3	0,003	3	0,001	2	0,0013	1	0,0006
	Fluoranthène	2	0,007						
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	9	0,002	5	0,001	2	0,0016	4	0,0009
	Naphtalène	2	0,007	3	0,006	2	0,0072	4	0,0071
	Phénanthrène					1	0,0056		
	Pyrène	1	0,007						
	Total HAP	37	0,003	27	0,002	17	0,0027	20	0,0021
	Médicaments								
	1,7-Diméthylxanthine			2	0,04	3	0,034		
	2-Hydroxy Ibuprofen			1	0,023				
	Acebutolol	1	0,005						
	Caféine	4	0,066	1	0,056	1	0,039	1	0,1540
	Carbamazepine	4	0,012	2	0,007	2	0,0135	2	0,0055
	Carbamazepine epoxide	1	0,005			1	0,006		
	Clarithromycine	1	0,007	2	0,007	1	0,006		
	Cotinine	3	0,013	3	0,019	4	0,0103	1	0,0050
	Desvenlafaxine	1	0,038	1	0,035	2	0,018	1	0,0110
	Diclofenac	1	0,012	2	0,009	2	0,008		
	Gabapentine	4	0,038	3	0,021	4	0,026	4	0,0185
	Hydrochlorothiazide	4	0,02	2	0,011	4	0,0135	3	0,0077
	Ibuprofen	1	0,253	2	0,116	1	0,188	1	0,0630
	Irbesartan	4	0,027	3	0,033	4	0,0195	4	0,0108
	Isoquinoline			1	0,087				

	Paramètre	Nb quantif. 2021	Conc. moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantif. 2022	Conc. moyenne 2022 (µg/L)	Nb quantif. 2023	Conc. moyenne 2023 (µg/L)	Nb quantif. 2024	Conc. moyenn e 2024 (µg/L)
	Metformine	12	0,158	12	0,158	12	0,137	12	0,1291
	Metoprolol	1	0,019	1	0,008	2	0,009		
	Nicotine	4	0,238	3	0,264	2	0,1105		
	O-Demethyltramadol	2	0,009	1	0,005	1	0,007		
	Oxazepam	4	0,014	2	0,018	3	0,0107	2	0,0065
	Paracetamol			1	0,03	2	0,0365		
	Sotalol	3	0,011	2	0,006	2	0,0075	1	0,0080
	Sulfamethoxazole	4	0,013	2	0,028	3	0,015	2	0,0115
	Tramadol	4	0,012	3	0,013	3	0,014	3	0,0070
	Total Médicaments	63	0,065	52	0,071	59	0,0473	37	0,0540
	PFAS								
	Acide perfluoro-n-heptanoïque	1	0,005	5	0,004	5	0,0063		
	Acide perfluoro-n-hexanoïque	4	0,004	5	0,004	7	0,0076	2	0,0036
	Acide perfluoro-n-butanoïque							5	0,0024
	Acide sulfonique de perfluorobutane					1	0,0147		
	Acide sulfonique de perfluorooctane			1	0,002	5	0,0048		
	Acide sulfonique de perfluorooctane (gelé)			1	0,002	3	0,0063		
	Total PFAS	5	0,004	12	0,004	21	0,0068	7	0,0027
	COV								
	N-Butylbenzenesulfonamide							4	0,2715
	Total COV							4	0,2715
	Phtalates								
	Butyl benzyl phtalate			1	0,16				
	Di(2-ethylhexyl)phtalate			1	0,63	3	0,8567		
	Diéthyl phtalate							1	0,2400
	Diisobutyl phtalate			1	0,83				
	n-Butyl Phtalate	1	0,1	1	0,4	2	0,08	2	0,0650
	Total Phtalates	1	0,1	4	0,505	5	0,546	3	0,1233
	Autres MPO								
	1,7-Dimethylxanthine							3	0,0473
	4-tert-butylphénol	1	0,026	2	0,017	2	0,013	5	0,0144
	Benzotriazole			12	0,119	11	0,079	8	0,0453
	Bisphenol A	1	0,069	1	0,052				
	Bisphenol S	1	0,038						
	Dibutylétain cation			1	0				
	Dichloroéthylène-1,2 cis	3	0,177	1	0,052	2	0,1125		
	Diméthylphénol-2,4			1	0,022				
	EDTA	2	5,5	2	9	1	9		
	Galaxolide			1	0,025	1	0,04	1	0,0340
	Monobutylétain cation	1	0,004	6	0,035				
	N-Butylbenzenesulfonamide			2	0,139	1	0,113		
	Nitrophénol-2					1	0,026		
	Phosphate de tributyle	1	0,008			1	0,014		
	Perchlorate							1	0,1400
	Tolyltriazole			12	0,046	11	0,0224	11	0,0113
	Tributylétain cation			1	0				
	Total Autres MPO	10	1,167	42	0,492	31	0,3406	29	0,0301

Tableau 71. Contaminations du sédiment des 3 stations RCS par les micropolluants dissous (hors pesticides) depuis 2021.

Les niveaux de pollution par les micropolluants (hors pesticides) du Doubs à l'aval de Morteau et à Goumois sont extrêmement élevés, qu'il s'agisse de substances d'origines domestiques ou industrielles (médicament, PFAS,

plastifiants, substances industrielles...). Bien que les efforts analytiques à Charquemont en 2024 y soient bien moindre, il y est aussi mis en évidence une très forte pollution de l'eau par les micropolluants hors pesticides.

Il s'agit là de points noirs du département, avec pour origines vraisemblables la ville de Morteau, mais aussi les rejets industriels et domestiques suisses.

Il est à noter qu'une nouvelle STEP a été mise en service en juin 2023 à la Chaux de Fonds, avec traitement des micropolluants via un dosage de charbon actif en poudre dans les eaux qui passent ensuite à travers des filtres bicouches (sable/anthracite). Si les effets de ce traitement devaient à devenir ostensibles, un recul sur plusieurs années serait nécessaire. En effet, la légère diminution du taux de quantification observée à Goumois est antérieure à la mise en service de cette nouvelle STEP, et la tendance est similaire dans les 2 autres stations plus en amont, donc sans lien ostensible de cause à effet à ce jour.

Support sédiment

		6018500	6004265	6020100
2022	Nombre de substances quantifiées	37		32
	Nombre de substances recherchées	312	0	312
2023	Nombre de substances quantifiées	46		23
	Nombre de substances recherchées	312	0	312
2024	Nombre de substances quantifiées	43	15	20
	Nombre de substances recherchées	312	101	312

Tableau 72. Efforts analytiques et niveaux de contamination par les micropolluants adsorbés sur le sédiment dans le BV du Doubs franco-Suisse depuis 2021.

	Paramètre	Nb quantif 2021	Conc. moy 2021 (µg/kg MS)	Nb quantif 2022	Conc. moy 2022 (µg/kg MS)	Nb quantif 2023	Conc. moy 2023 (µg/kg MS)	Nb quantif 2024	Conc. moy 2024 (µg/kg MS)
6018500	COV								
	Toluene					1	7,3	1	34,0
	Total COV					1	7,3	1	34,0
	HAP								
	Acénaphthène	1	77	1	50	1	33,1	1	637
	Acénaphthylène	1	118	1	96	1	82,8	1	310
	Anthanthrene	1	296	1	390	1	161	1	2140
	Anthracène	1	385	1	708	1	245	1	4000
	Benzo(a)anthracène	1	750	1	949	1	760	1	9120
	Benzo(a)pyrène	1	898	1	851	1	765	1	7690
	Benzo(b)fluoranthène	1	930	1	1180	1	1140	1	9900
	Benzo(c)fluorène			1	118	1	62,2	1	762
	Benzo(e)pyrène			1	606	1	444	1	4910
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	497	1	734	1	452	1	3680
	Benzo(k)fluoranthène	1	511	1	749	1	372	1	3260
	Chrysène	1	590	1	773	1	624	1	6620
	Dibenzo(a,c)anthracen			1	94,7	1	69,6	1	614
	Dibenzo(a,h)anthracèn	1	100	1	154	1	85,1	1	665
	Fluoranthène	1	1760	1	2010	1	1630	1	19100
	Fluorène	1	131	1	155	1	47,9	1	1330
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	460	1	693	1	414	1	3300
	Méthyl-2-Fluoranthène	1	192	1	309	1	128	1	1280
	Méthyl-2-Naphtalène	1	13	1	19	1	15,3		
	Naphtalène			1	50	1	26,7	1	116
	Pérylène			1	256	1	190	1	1990
	Phénanthrène	1	999	1	1010	1	561	1	12400
	Pyrène	1	1430	1	1560	1	1180	1	16700
	Triphénylène			1	199	1	142	1	376
	5-Methylchrysène							1	134

	Total HAP	18	563,17	25	553,55	25	388,06	24	4626
	PBDE								
	Décabromodiphényl éther					1	8,3		
	Total PBDE					1	8,3		
	PCB								
	PCB 101			1	1	1	7,8		
	PCB 105					1	2,8		
	PCB 118			1	1	1	6,9	1	2
	PCB 132					1	2,5	1	4
	PCB 138	1	2,3	1	1	1	7,2	1	3
	PCB 149	1	1	1	1	1	4,1		
	PCB 153	1	2,2	1	1	1	5,6	1	3
	PCB 170					1	1	1	1
	PCB 180	1	1,7	1	1	1	2	1	2
	PCB 44					1	1,8		
	PCB 52					1	3,8		
	Dibenzofuran							1	673
	Total PCB	4	1,8	6	1	11	4,14	7	98
	Phtalates								
	Di(2-ethylhexyl)phtalate	1	131	1	193	1	142	1	395
	Diisobutyl phtalate			1	133				
	n-Butyl Phtalate			1	246			1	64
	Phtalate de diméthyle							1	91
	Total Phtalates	1	131	3	190,67	1	142	3	183
	Autres MPO								
	4-nonylphenols ramifiés							1	49
	Anthraquinone			1	125	1	70,9	1	540
	Biphényle			1	11	1	11,5	1	52
	Dibenzofuran			1	68,9	1	17,5		
	Galaxolide					1	17,9	1	24
	Méthyl-2-Naphtalène								
	Méthylphénol-2					1	24,4		
	Méthylphénol-3					1	34,4		
	Méthylphénol-4	1	50	1	32	1	111	1	58
	Octocrylene					1	16,2	1	24
	Nonylphénols mélange							1	49
	Total Autres MPO	1	50	3	37,3	7	33,27	8	115
6004265	HAP							1	11
	Acénaphène							1	12
	Acénaphylène							1	57
	Anthracène							1	166
	Benzo(a)anthracène							1	179
	Benzo(a)pyrène							1	149
	Benzo(b)fluoranthène							1	119
	Benzo(g,h,i)pérylène							1	86
	Benzo(k)fluoranthène							1	185
	Chrysène							1	29
	Dibenzo(a,h)anthracène							1	347
	Fluoranthène							1	15
	Fluorène							1	126
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène							1	161
	Phénanthrène							1	275
	Pyrène							15	128
	Total HAP							1	11
6020100	COV								
	Nonane			1	2,1				
	Octane			1	2,1				
	Toluene			1	14				
	Total COV			3	6,07				
	HAP								

Acénaphène			1	60			1	18
Acénaphthylène	1	28	1	276	1	49,6		
Anthanthrene	1	44	1	241	1	55,6	1	29
Anthracène	1	53	1	376	1	65,8	1	39
Benzo(a)anthracène	1	88	1	903	1	168	1	89
Benzo(a)pyrène	1	144	1	959	1	241	1	93
Benzo(b)fluoranthène	1	170	1	1390	1	364	1	105
Benzo(c)fluorène			1	84,1			1	10
Benzo(e)pyrène			1	729	1	160	1	64
Benzo(g,h,i)peryène	1	150	1	656	1	192	1	49
Benzo(k)fluoranthène	1	59	1	512	1	124	1	41
Chrysène	1	69	1	789	1	160	1	69
Dibenzo(a,c)anthracen			1	89,2	1	25,3		
Dibenzo(a,h)anthracèn	1	20	1	113	1	33,5		
Fluoranthène	1	200	1	1650	1	285	1	205
Fluorène			1	108				
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	117	1	513	1	167	1	44
Méthyl-2-Fluoranthène	1	14	1	158	1	31,2	1	16
Méthyl-2-Naphtalène			1	16				
Naphtalène			1	30				
Péryène			1	304	1	64,4	1	29
Phénanthrène	1	40	1	776	1	72	1	84
Pyrène	1	165	1	1350	1	251	1	163
Triphénylène			1	222	1	43	1	17
Total HAP	16	85,62	25	496,01	20	128,23	18	65
Phtalates								
Di(2-ethylhexyl)phtalate			1	281	1	239		
Total Phtalates			1	281	1	239		
Autres MPO								
2,4,5-Trichloroaniline			1	61				
Anthraquinone	1	9	1	96	1	12,3		
Biphényle			1	11				
Dibenzofuran			1	74,4				
Méthylphénol-4			1	230	1	2890		
Octocrylene			1	6	1	6,8		
Total Autres MPO			5	76,48	2	1448,4		

Tableau 73. Contaminations du sédiment des 2 stations RCS par les micropolluants adsorbés sur sédiment (hors pesticides) depuis 2021.

Contrairement aux pesticides, les sédiments des 2 stations RCS sont fortement contaminés par les micropolluants, avec un typage domestique marqué dans les 2 cas, et ce à quoi se rajoute une pollution industrielle « historique » très marquée au niveau de Morteau (PCB) et semble-t-il un peu moindre et plus actuelle à Goumois (COV, solvants...).

Les investigations 2024 sur les sédiments de Charquemont n'ont mis en évidence « qu'une » contamination par les HAP, sans commune mesure avec ce qui est quantifié plus en amont à Morteau, mais supérieur à ce qui est observé à Goumois. A noter néanmoins que les efforts analytiques à Charquemont y furent 3 fois moindre que dans les stations RCS (on ne peut donc exclure la présence d'autres contaminants conjoints à ces HAP).

Là aussi, comme pour les micropolluants dissous, l'hydrologie de l'année considérée semble jouer un rôle prépondérant dans les niveaux de quantification dans ces divers sédiments.

3. Métaux lourds

Support eau

			6018500			
ETM	NQE	LQ	2021	2022	2023	2024
Arsenic	0,83	0,05	0,30	0,44	0,45	0,40
Cadmium	0,15	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01
Chrome	3,4	0,5	<LQ	2,85	<LQ	<LQ
Cuivre	1	0,1	0,82	1,83	0,84	0,71
Mercure	0,07	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Nickel	4	0,5	2,55	9,73	1,06	0,86
Plomb	1,2	0,05	<LQ	0,10	0,08	0,26
Zinc	7,8	1	2,57	2,88	2,82	1,58

Tableau 74. Concentration moyenne annuelle en ETM dissous depuis 2021 (µg/L) à l’aval de Morteau. Couleurs selon (non) dépassement de la LQ (bleu/vert) et de la NQE (vert/rouge).

			6020100			
ETM	NQE	LQ	2021	2022	2023	2024
Arsenic	0,83	0,05	0,29	0,31	0,29	0,32
Cadmium	0,15	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Chrome	3,4	0,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Cuivre	1	0,1	1,02	1,00	0,91	0,84
Mercure	0,07	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Nickel	4	0,5	1,24	1,18	0,95	0,84
Plomb	1,2	0,05	<LQ	<LQ	0,32	0,07
Zinc	7,8	1	2,36	1,38	1,10	2,16

Tableau 75. Concentration moyenne annuelle en ETM dissous depuis 2021 (µg/L) à l’aval de Goumois. Couleurs selon (non) dépassement de la NQE.

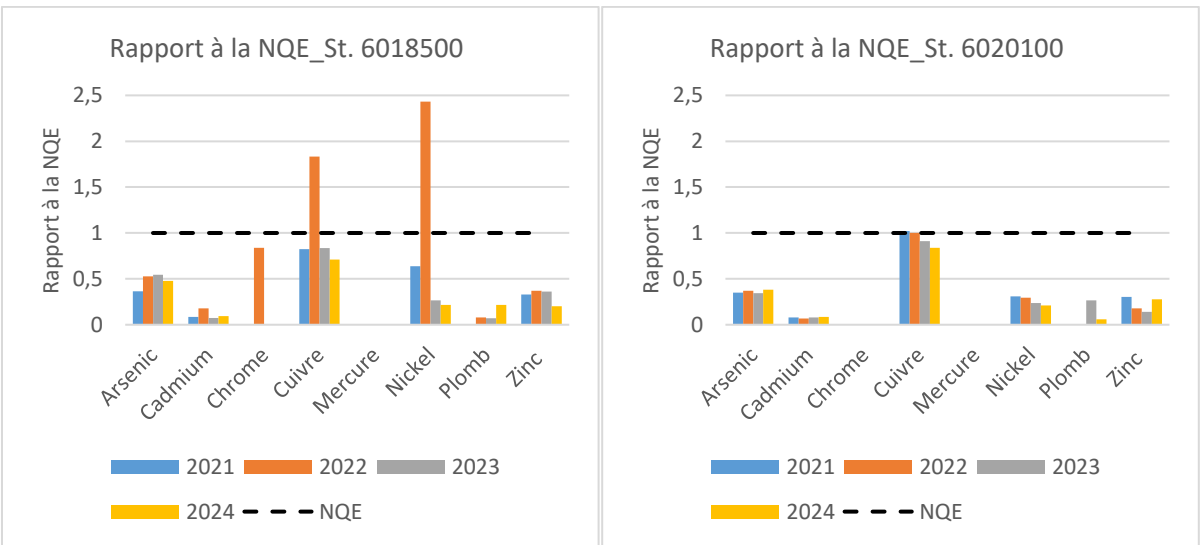


Figure 107. Rapport des teneurs moyennes depuis 2021 en ETM avec les NQE respectives.

L’eau de la station RCS à l’aval de Morteau est polluée de façon épisodique par le cuivre et le nickel, parfois fortement comme en 2022 (1,8 à 2,4 fois les NQE respectives).

Par ailleurs, de façon plus générale, à Morteau comme à Goumois, la problématique en métaux dissous est principalement centrée autour de fortes teneurs chroniques en cuivre dissous.

Support sédiments

	6018500				6004265	6020100			
ETM	2021	2022	2023	2024	2024	2021	2022	2023	2024
Arsenic	5,8	7,2	6,9	7,4	3,0	4,5	12,1	6	4,9
Cadmium	0,6	0,7	0,7	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Chrom	49,8	54,7	51,4	49,3	9,7	19,8	60,8	22,2	12,5
Cuivre	25,7	38,5	32,6	37,5	6,2	5,9	23,1	13,3	3,4
Mercure	0,11	0,06	0,1	0,1	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02
Nickel	23,5	28,1	36,1	25,8	6,8	7,3	13,2	9,4	5,8
Plomb	20,5	187	20,2	49,8	11,2	34,4	19,2	16,7	6,5
Zinc	82,9	85,8	130	119	35,8	70,5	62,7	56,8	28,1
Etain	6,2	6,5	4,8	4,4	0,5	0,8	3,7	6,6	2,2

Tableau 76. Concentrations sédimentaires en ETM dans le Doubs franco-suisse depuis 2021 (mg/Kg MS). Couleurs = référentiel SEQ-Eau.

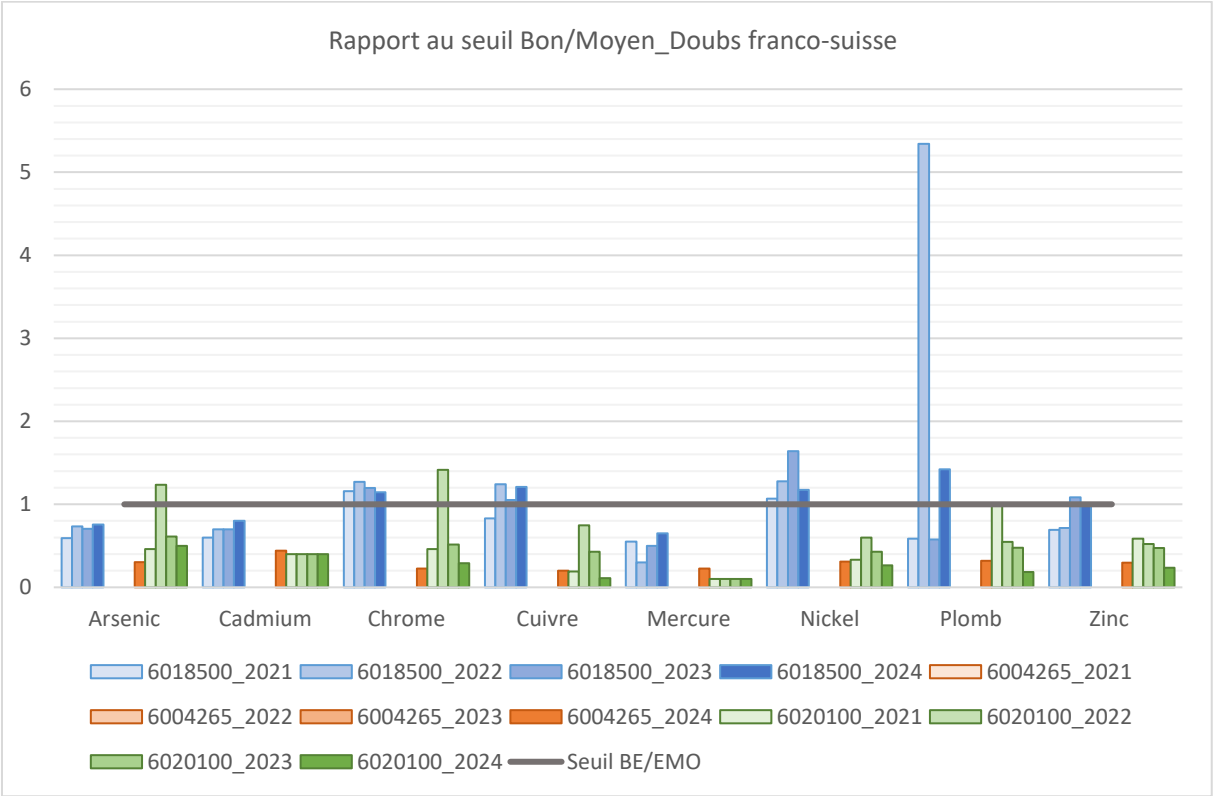


Figure 108. Profil de contamination sédimentaire du Doubs franco-suisse par les ETM de 2022 à 2024 (rapports au seuil bon/moyen du SEQ Eau).

Le sédiment du Doubs à l’aval de Morteau est multi-contaminé de façon chronique par le chrome, le cuivre, le nickel, voire le zinc, et épisodiquement de façon élevée par le plomb.

La pollution du sédiment du Doubs à Goumois par les ETM est comparativement moindre. Elle fut toutefois significative en 2022 pour l’arsenic, le chrome et le plomb.

En 2024, les niveau de contamination métallique du sédiment à Charquemont furent similaires à ceux de Goumois, i.e. nettement moindre qu’à Morteau.

Support bryophytes

	6018500	6020100	6004265
ETM	2021	2021	2024
Arsenic	1,96	0,97	1,27
Cadmium	0,1	0,1	0,24
Chrome	4,15	2,41	1,51
Cuivre	8,21	9,27	9,58
Mercure	<LQ	<LQ	<LQ
Nickel	37,9	5,89	5,19
Plomb	2,54	1,74	1,79
Zinc	42	29,4	40,1
Etain	<LQ	<LQ	<LQ

Tableau 77. Concentrations en ETM bio-accumulés dans les bryophytes du Doubs franco-suisse depuis 2021 (mg/Kg MS). Couleurs = référentiel SEQ-Eau.

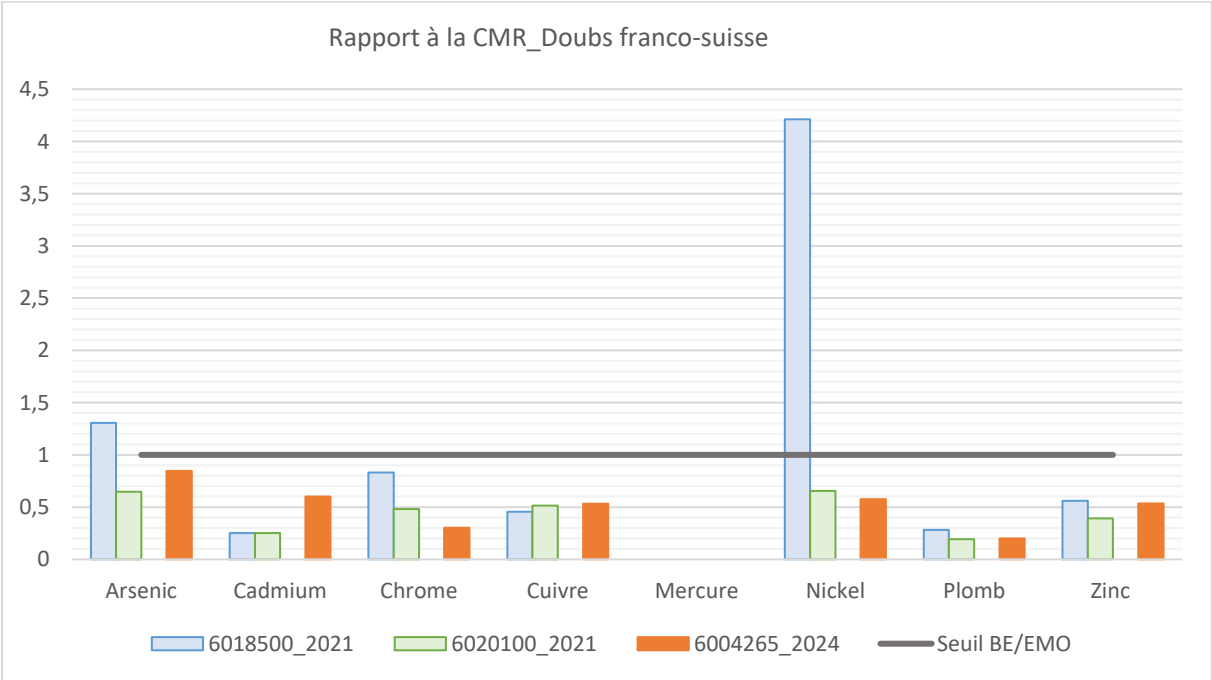


Figure 109. Rapport des teneurs 2021 et 2024 en ETM bio-accumulés dans les bryophytes avec les CMR (concentration métallique repère) respectives.

Hormis le cas particulier de l’arsenic délicat à interpréter (seuil CMR bas, fonds géochimiques), seule une forte pollution par le nickel à l’aval de Morteau fut démontrée en 2021 par les teneurs bryophytiques en ETM.

Les investigations 2024 à Charquemont indiquent des niveaux de bio-accumulation en ETM dans les bryophytes globalement similaires à ce qu’ils furent par ailleurs plus en amont et plus en aval en 2021.

G. Hydrobiologie

1. Diatomées

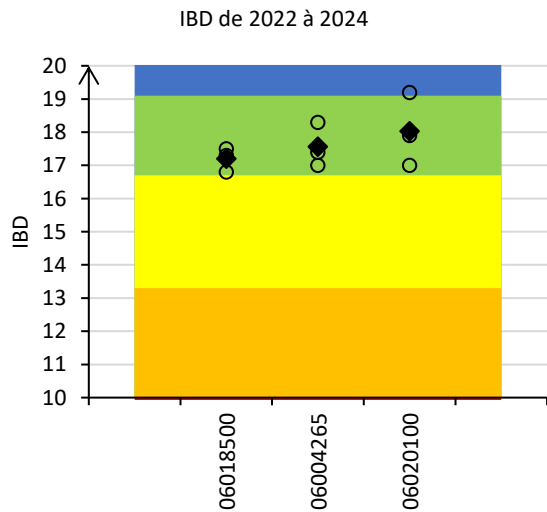


Figure 110. Valeurs de l'IBD (classes d'état DCE). Echelle de 10/20 à 20/20.

Les qualités diatomiques sont fortement altérées le long des 3 stations considérées.

A Charquemont, les peuplements en place en 2024 sont majoritairement représentés par *Achnantidium minutissimum* (21%), pionnière et ubiquiste, ici secondée par *Amphora pediculus* (14%), nettement moins exigeante. En outre, environ 17% de la communauté est composée d'individus plus ou moins tolérants à la pression organique, indication d'une pression organique assez nette (conséquence des retenues plus en amont ?).

Par conséquent, la qualité diatomique y est altérée, moins que plus en amont à Morteau, mais davantage qu'à Goumois plus en aval (où l'état diatomique y demeure encore dégradé).

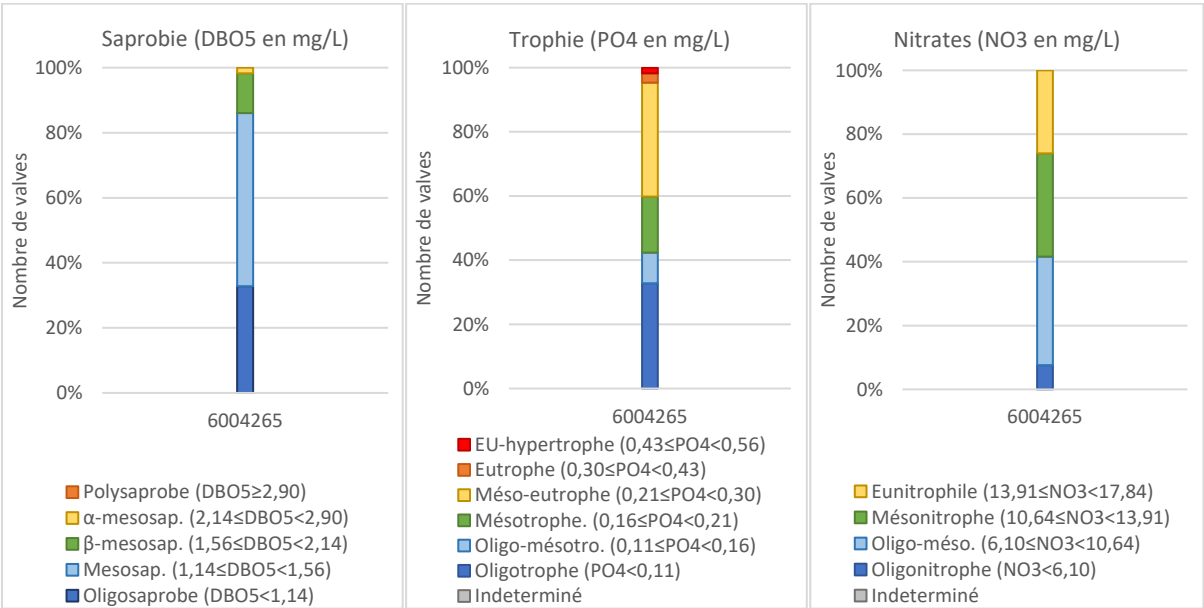


Figure 111. Profils de sensibilité des communautés diatomiques en 2024 aux paramètres DBO5 (à gauche), PO4 (au milieu) et NO3 (à droite) dans le BV du Doubs (station patrimoniale suivie en 2024)

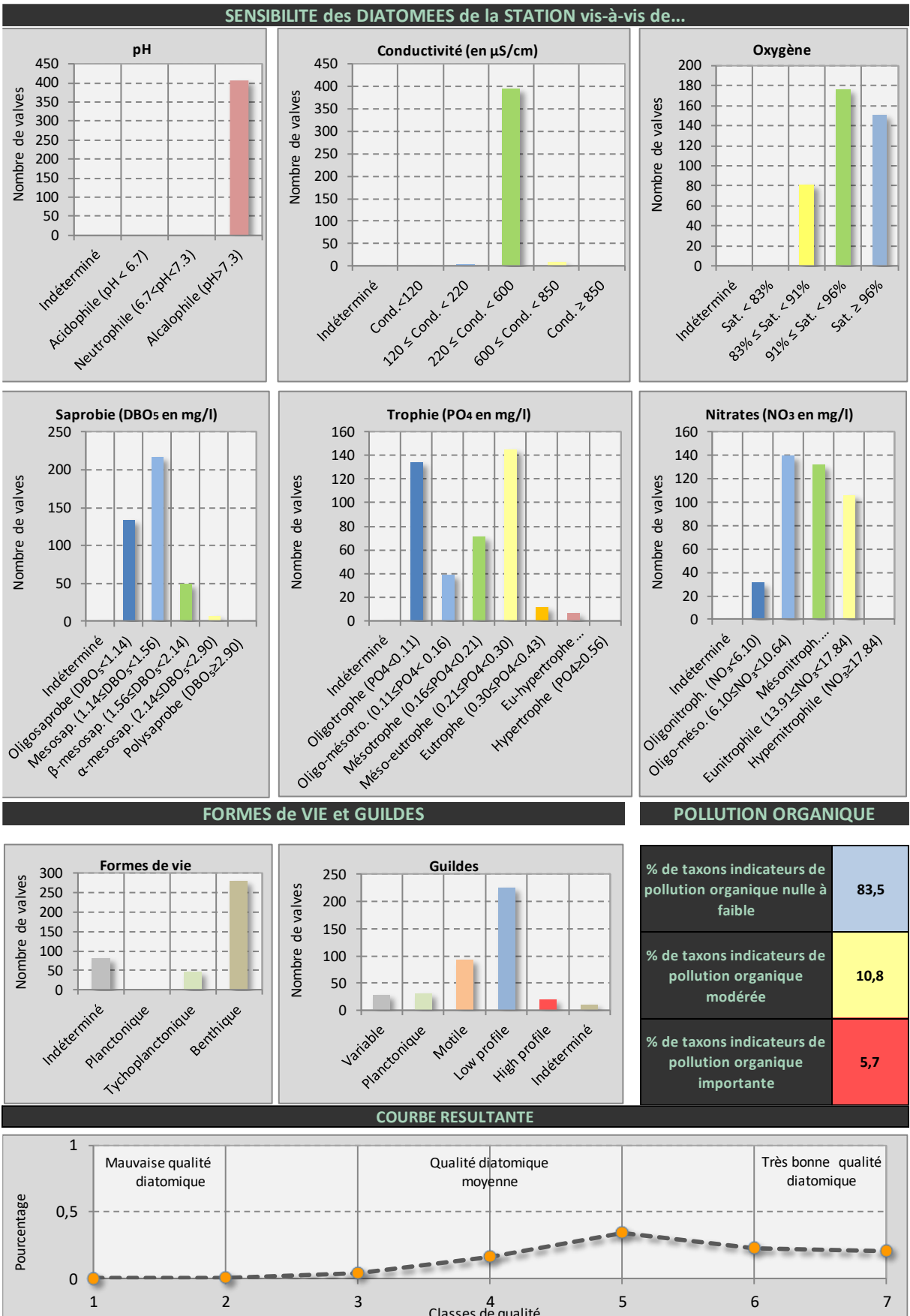


Figure 112. Caractérisation des peuplements diatomiques et profils de sensibilité des communautés diatomiques de la station de Charquemont en 2024.

2. Macro-invertébrés

Les indices macrobenthiques IBG-DCE et I2M2 convergent pour indiquer une altération des communautés de Morteau et Charquemont, puis plus modérée à Goumois.

La communauté macrobenthique de Morteau se caractérise notamment par une sensibilité moyenne des taxons présents, ainsi que par une adaptation à des pressions récurrentes (en particulier polyvoltinisme) possiblement la conséquence de flux récurrents en substances toxiques.

La communauté macrobenthique de Charquemont est surtout impactée par une faible diversité taxonomique, (lien avec le fonctionnement en éclusées de ce secteur ?), mais aussi par des peuplements peu qualitatifs (pollutions).

Plus en aval, à Goumois, sans être optimal, le macrobenthos s'avère globalement moins altéré que dans les 2 stations précédentes.

A noter que les 3 stations (Goumois compris) disposent de communautés macrobenthiques adaptées à des pressions de type « pesticides » (d'après l'indice SPEAR).

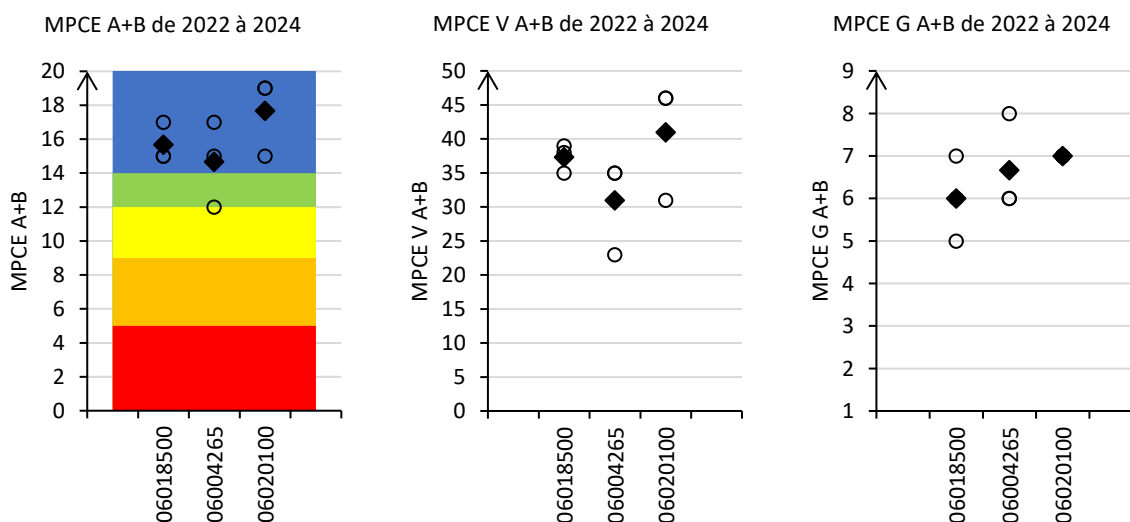


Figure 113. IBG-DCE et métriques associées (variété et rang du groupe indicateur) au cours de ces 3 dernières années.

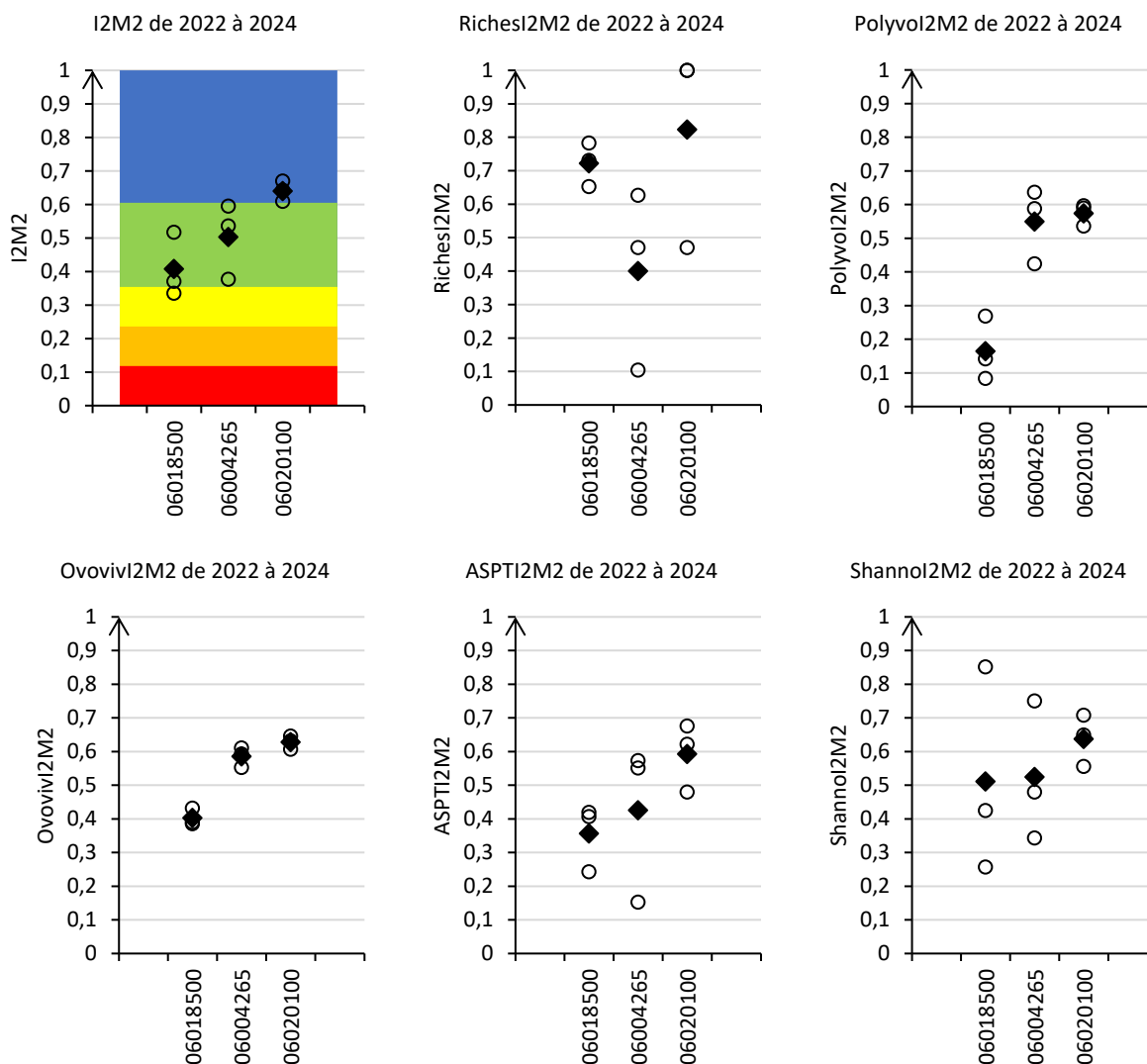


Figure 114. I2M2 et métriques élémentaires associées au cours de ces 3 dernières années. Triangle noir = moyenne des 3 années.

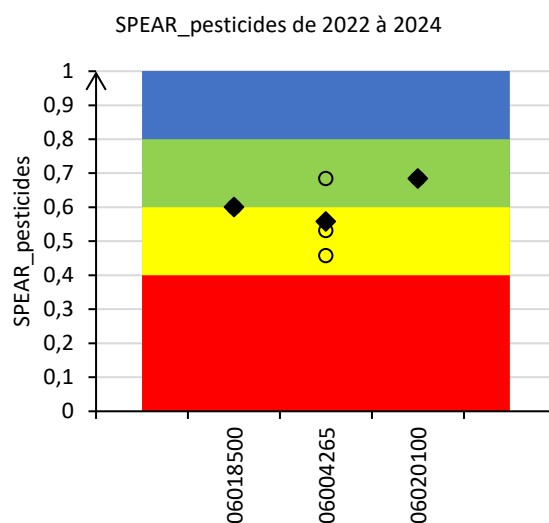


Figure 115. Valeurs de l'indice SPEAR pesticide des communautés macrobenthiques du Doubs franco-suisse ces 3 dernières années (2022-2024). Les classes de qualités sont celles relatives à l'indice *sensu stricto*, indépendamment des états DCE.

H. Conclusion

Le tronçon du Doubs entre Morteau et Goumois est soumis à des pressions de différentes natures et ont des incidences particulièrement élevées sur la qualité hydro-écologique du Doubs franco-suisse.

Le Doubs à l'aval de Morteau s'écoule dans un lit rectifié et dans un contexte de zones humides. A cela s'ajoute des pressions domestiques et industrielles, aboutissant à des dysfonctionnements physico-chimiques multiples et très fortes en ce qui concerne les contaminations actuelles et historiques par des micropolluants (médicaments, plastifiants, substances industrielles, PCB, pesticides...).

Plus en aval, à Charquemont, s'opèrent des pressions provenant possiblement d'une part des retenues localisées plus en amont, ainsi que des rejets de Villers-le-Lac, La Chaux-de-Fonds et Le Locle (et l'héritage de Morteau) d'autre part. En conséquence, la physico-chimie de la station se caractérise par une nette dystrophie phosphorée, et secondairement par les nitrites. La pollution par les micropolluants non agricoles y est là aussi très significative.

A Goumois, malgré une localisation de la station en amont de la station d'épuration éponyme, une pression domestique et industrielle est là aussi constatée, ainsi qu'une forte pollution via les micropolluants, très vraisemblablement d'une origine différente de celle émanant de Morteau (résurgences karstiques côté suisse).

A cela s'ajoute de multiples autres sources potentielles de pollutions plus ou moins diffuses (et jouant probablement un rôle comparativement secondaire), telles que les aires de traitement du bois (en scierie ou dans les zones boisées) et des villages en ANC (comme Goumois côté suisse). A noter parmi les projets en cours ou récemment accomplis, les constructions des stations d'épuration de Locle et Chaux de Fond d'une part, ainsi que le raccordement de la partie suisse de Goumois à l'assainissement collectif côté français. Les investigations 2024 ont toutefois mis en évidence que la nouvelle STEP mise en service en juin 2023 à la Chaux de Fonds, avec traitement des micropolluants, n'a pas été suffisante pour endiguer à elle seule cette pollution. A noter par ailleurs la programmation de la construction en 2026 d'une nouvelle station d'épuration à Villers-le-Lac (avec traitement spécifique des micropolluants ?).

Enfin la pression agricole semble s'exercer de façon croissante le long du linéaire comme le suggère la contamination croissante par les nitrates, mais aussi de façon significative dès Morteau comme l'indique les nombreux pesticides qui y sont quantifiés.

In fine, l'hydrobiologie du Doubs franco-suisse est pour partie altérée et loin d'être optimale, ceci malgré le soutien apporté par la fraîcheur des eaux à cette altitude. La pollution par les micropolluants constitue un point noir du département.

PARTIE 2 – Approches BV

L'objectif de cette partie est d'établir un bilan actualisé des connaissances des fonctionnements et états hydro-écologiques de bassins-versants. Cette démarche s'inscrit dans le cadre de projets transversaux, comme par exemple des projets de restaurations morphologiques. Elle diffère ainsi de l'approche patrimoniale de par la mise en place de réseaux de stations plus denses dans l'hydrographie concernée, réseau à visée non pérenne dans le temps.

I. Ruisseau des Longeaux

A. Contextualisation

Les ruisseau des Longeaux est un affluent du Doubs présentant de fortes potentialités écologiques notamment sur sa partie amont concernée par un APB "Ecrevisses à pattes blanches", une ZNIEFF de type 1, et traversant une importante zone humide gérée par la Fédération des chasseurs du Doubs (Rézo humide). La présence de fossés de drainages et des modifications historiques du tracé et du gabarit du cours d'eau ont durablement altéré le fonctionnement de cette zone humide.

Suite à cette constatation, le ruisseau des Longeaux a fait l'objet d'un premier état des lieux dans le cadre du suivi départemental de 2015-2016. Une importante dégradation tant au niveau biologique que physico-chimique (pollution par les micropolluants dont pesticides) avait été mise en évidence et ce dès la partie amont.

En conséquence, 3 stations ont été suivies lors de l'étude 2023, dans le cadre d'une future restauration écologique du ruisseau des Longeaux. En 2024, le suivi s'est porté sur 1 station (06446545), afin de consolider les données acquises l'année précédente et de conforter le calcul de l'état écologique. Cette station, jugée la plus représentative, est située sur la partie médiane du cours d'eau et sur le périmètre pressenti pour les futurs travaux de restauration de la zone humide.

A cela s'ajoute des données qualitatives produites par Grand Besançon Métropole dans le cadre de la compétence assainissement (échantillonnage en basses eaux le 11 juillet 2023). Ces données sont adjointes à la présente évaluation.

Cours d'eau	Libellé SANDRE	Code Agence de l'Eau	PHYSICO-CHIMIE DE BASE (COD, DBO5, NH4, NO2, NO3, DCO, NTK, MEST, PO4, Ptot)	MINÉRALISATION / Dureté (HCO3, TA, TAC, TH, Cl, SO4, Ca, Mg, Na et K)	EUTROPHISATION	IBGN	DIATOMEES
Longeaux	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 2	06446545	4	1	1	1	1

Tableau 78. Programme analytique 2024 sur le ruisseau des Longeaux

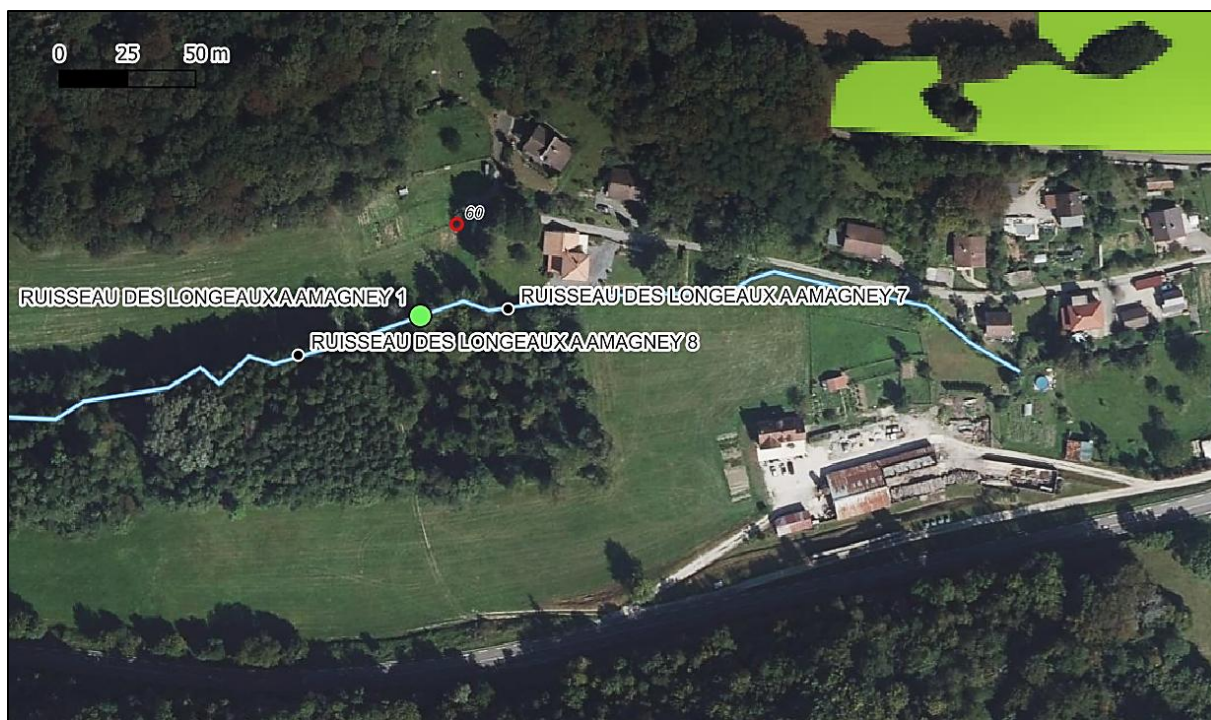
Libellé de la station	Code
RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 7	06002334
RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 1	06446546
RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 8	06002336
RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 9	06002337
RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 10	06002338
RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 2	06446545
RUISSEAU DES LONGEAUX A NOVILLARS 2	06446541

Tableau 79. Stations investiguées ces 3 dernières années dans le BV de La Loue. Gris : en 2024.

Le ruisseau des Longeaux est un affluent en rive droite du Doubs avec lequel il conflue à Novillars. Le BV de sa partie amont est en grande partie forestier, bien qu'un premier rejet assainissement (60EH) intervienne peu après sa source. Sa partie médiane s'écoule dans un contexte plus mixte (prairie, grandes cultures, Amagney), avec notamment une STEU de 900EH. Sa partie aval est intégralement localisée dans un contexte urbanisé (Novillars), avec les rectifications morphologiques associées à ce type d'occupation du sol.



Carte 23. BV du ruisseau des Longeaux (stations, RPG 2023, traçages hydrogéologiques).



Carte 24. BV apical du ruisseau des Longeaux (stations, RPG 2023, traçages hydrogéologiques). Ronds : STEU (et EH).



Carte 25. BV médian du ruisseau des Longeaux (stations, RPG 2023, traçages hydrogéologiques). Rond : STEU (et EH).

B. État écologique DCE

	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 7	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 1	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 8	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 9	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 10	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 2	RUISSEAU DES LONGEAUX A NOVILLARS 2
Code station	06002334	06446546	06002336	06002337	06002338	06446545	06446541
ETAT ECOLOGIQUE	Moyen	Médiocre	Médiocre	Mauvais	Mauvais	Médiocre	Mauvais
Etat Biologique	Moyen	Médiocre	Médiocre	Mauvais	Mauvais	Médiocre	Mauvais
Diatomées	Bon	Très bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Moyen
Macroinvertébrés	Moyen	Médiocre	Médiocre	Mauvais	Mauvais	Médiocre	Mauvais
Poissons	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Macrophytes	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Eléments physico-chimiques généraux	Bon	Médiocre	Bon	Très bon	Moyen	Médiocre	Moyen
Bilan de l'oxygène	Très bon	Bon	Très bon	Très bon	Bon	Bon	Bon
Oxygène dissous	Non qualifié	Bon	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Bon	Bon
Taux de saturation en O2 dissous	Non qualifié	Bon	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Bon	Bon
Carbone Organique dissous	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Bon	Très bon	Très bon
DBO5	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Bon	Bon	Très bon
Nutriments	Bon	Médiocre	Bon	Très bon	Moyen	Médiocre	Moyen
Ammoniaque-Ammonium	Très bon	Moyen	Bon	Très bon	Bon	Moyen	Bon
Nitrites	Très bon	Bon	Très bon	Très bon	Bon	Médiocre	Moyen
Nitrates	Bon	Bon	Bon	Très bon	Très bon	Bon	Très bon
Orthophosphates	Très bon	Médiocre	Bon	Très bon	Moyen	Moyen	Moyen
Phosphore total	Très bon	Médiocre	Bon	Très bon	Moyen	Moyen	Moyen
Acidification	Non qualifié	Très bon	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Bon	Bon
Température	Non qualifié	Très bon	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Très bon	Très bon
Polluants spécifiques	Non qualifié	Bon	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Bon	Bon
Polluants synthétiques	Non qualifié	Bon	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Bon	Bon
Polluants non synthétiques	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié

Tableau 80. Synthèse des états écologiques DCE partiels.

Les états écologiques des stations investiguées en 2023 (et 2023-2024 pour l'une d'entre-elles) furent médiocres à mauvais, notamment lié au déclassement des états macrobenthiques, hormis un état moyen pour la station la plus apicale. On note aussi la présence de dystrophies azotées et phosphorées particulièrement affirmées à l'aval proche des rejets domestiques identifiés.

Les chapitres suivants détaillent plus précisément ces premières observations.

C. Température et pression organique

La température apicale de l'eau est tamponnée aux environs de 10,8°C toute l'année, puis devient davantage variable en s'éloignant, jusqu'à des pics >22°C récurrents en fermeture de bassin

La saturation en oxygène du ruisseau est souvent moyenne et décroît en fermeture de bassin, sans pour autant que de fortes hypoxies aient été observées. Ceci s'inscrit en cohérence avec une pression organique qui croît longitudinalement dans des proportions très comparables lors des 2 suivis, pour atteindre un niveau moyen en fermeture de bassin.

La légère pression organique apicale (surtout liée à de la DCO) s'explique par le petit rejet domestique (qui de façon relative double les valeurs de DBO et de DCO par rapport à la source). De même, l'accroissement de cette pression organique dans la partie médiane s'explique par le rejet de la STEU d'Amagney (DBO et DCO x6 à x10 entre amont et aval selon l'auto-surveillance).

En fermeture de bassin, la charge en carbone organique est encore plus élevée. L'origine de cette pollution organique additionnelle demande à être précisée, mais elle intervient dans un contexte de forte urbanisation et d'infrastructures routières et ferrées et de quelques industries.

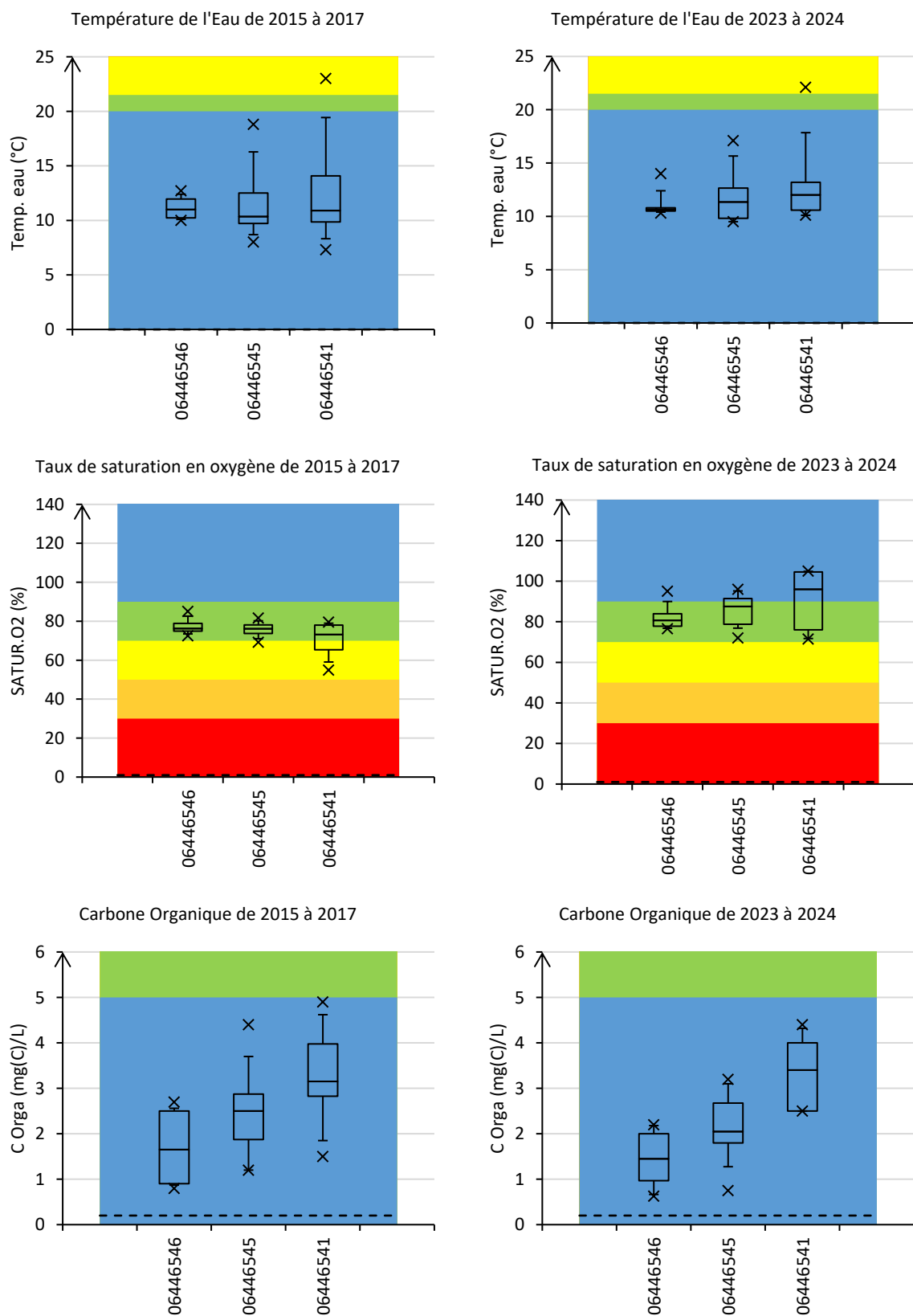


Figure 116. Comparaison de la variabilité de la température (ponctuelle) de l'eau, de la saturation en oxygène dissous, et en carbone organique dissous.

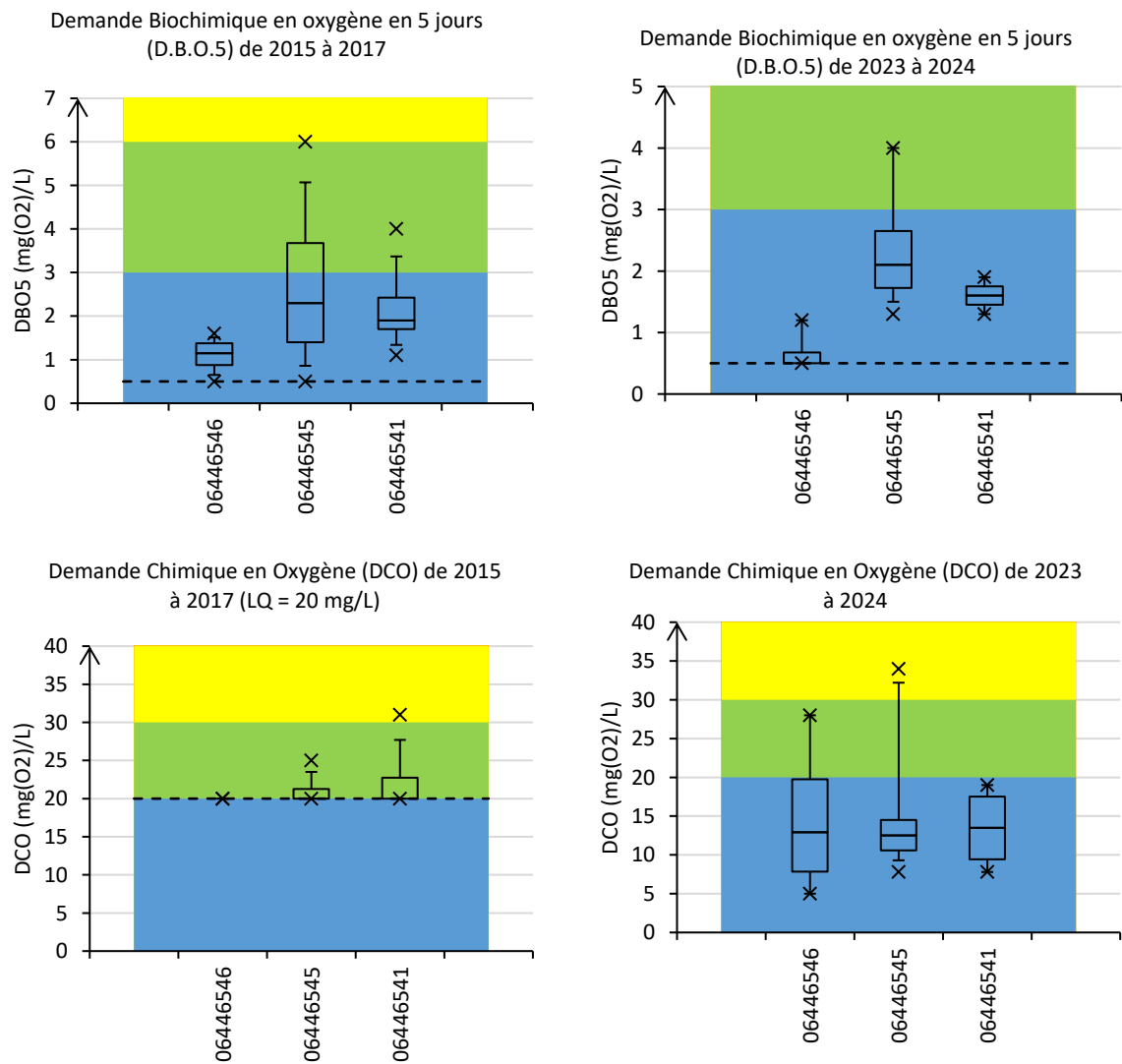


Figure 117. Comparaison de la variabilité de la DBO5 et de la DCO.

		DBO	DCO
6002334	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 7	0,5	2,5
6002336	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 8	0,9	4,8
6002337	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 9	0,6	6
6002338	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 10	5,8	36

Tableau 81. Mesures de la DBO et de la DCO en amont et aval des 2 rejets domestiques le 11 juillet 2023.

D. Trophie

1. Matières phosphorées

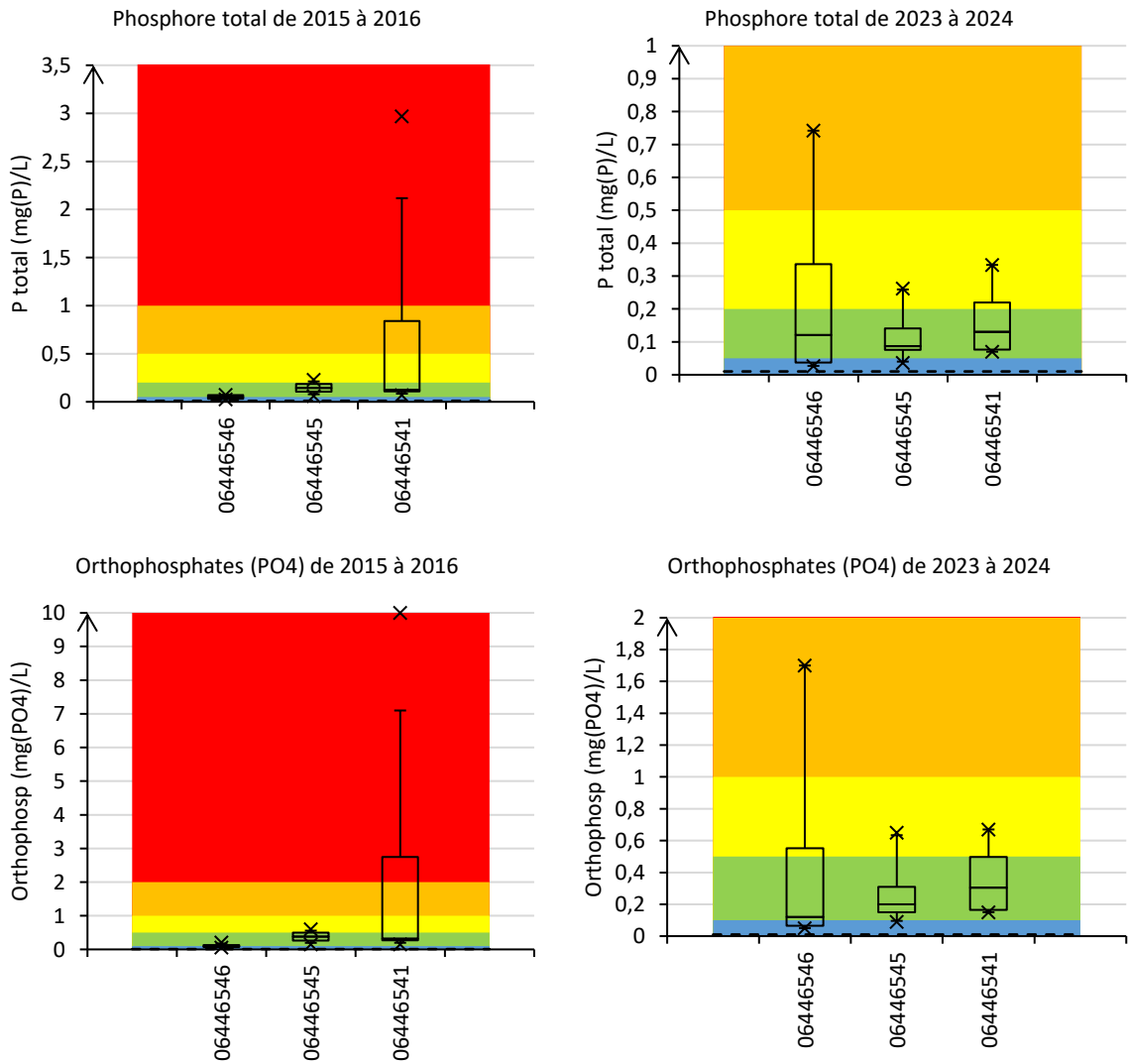


Figure 118. Comparaison de la variabilité des teneurs en matières phosphorées.

		Phosphore total	Orthophosphates
6002334	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 7	0,03	0,04
6002336	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 8	0,07	0,13
6002337	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 9	0,04	0,03
6002338	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 10	0,49	0,87

Tableau 82. Concentrations en matières phosphorées en amont et aval des 2 rejets domestiques le 11 juillet 2023.

Une dystrophie phosphorée chronique caractérise l’ensemble du linéaire du ruisseau des Longeaux, dès sa partie apicale. En 2016-2017, un pic particulièrement élevé fut mesuré en fermeture de bassin (ce qui ne fut pas le cas en 2023). A l’inverse, la dystrophie phosphorée apicale fut plus élevée en 2023 qu’elle ne l’était en 2015-2016.

Les données d’auto-surveillance soulignent d’une part que la partie médiane du ruisseau peut aussi être potentiellement particulièrement dystrophique et d’autre part que les deux rejets domestiques évalués sont en grande partie responsables de ces dystrophies apicales et médianes.

En revanche, comme pour la pression organique, l’origine de l’hypertrophie aval demeure indéterminée.

2. Matières azotées

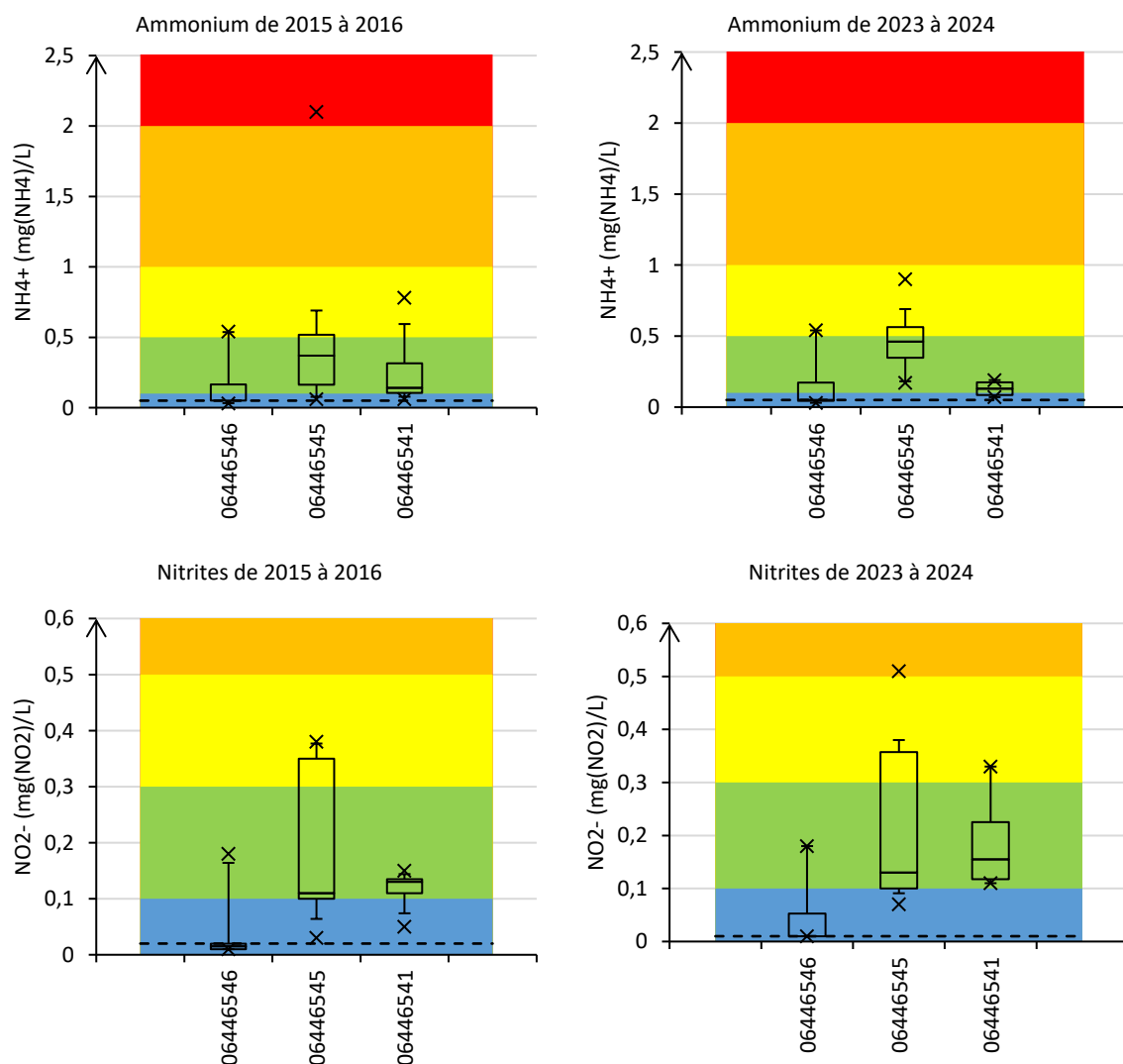


Figure 119. Comparaison de la variabilité des teneurs en ammonium et nitrites.

La dystrophie azotée (hors nitrates) est épisodique au niveau apical, puis devient chronique et relativement élevée dans la partie médiane du linéaire (un pic très élevé y fut mesuré en 2015-2016), puis une auto-épuration partielle est constatée en fermeture de bassin (où une nette dystrophie azotée perdure néanmoins). Comme pour les matières phosphorées, l'auto-surveillance démontre que ce sont les 2 rejets domestiques qui sont à l'origine de ces dystrophies (la qualité de l'eau est bien meilleure à l'amont des 2 rejets).

Les concentrations en nitrates sont relativement élevées au niveau de la source (probablement en lien avec les grandes cultures du BV intégrées par la source, et indépendamment du rejet domestique apical), puis une auto-épuration progressive se met en place le long du linéaire du cours d'eau.

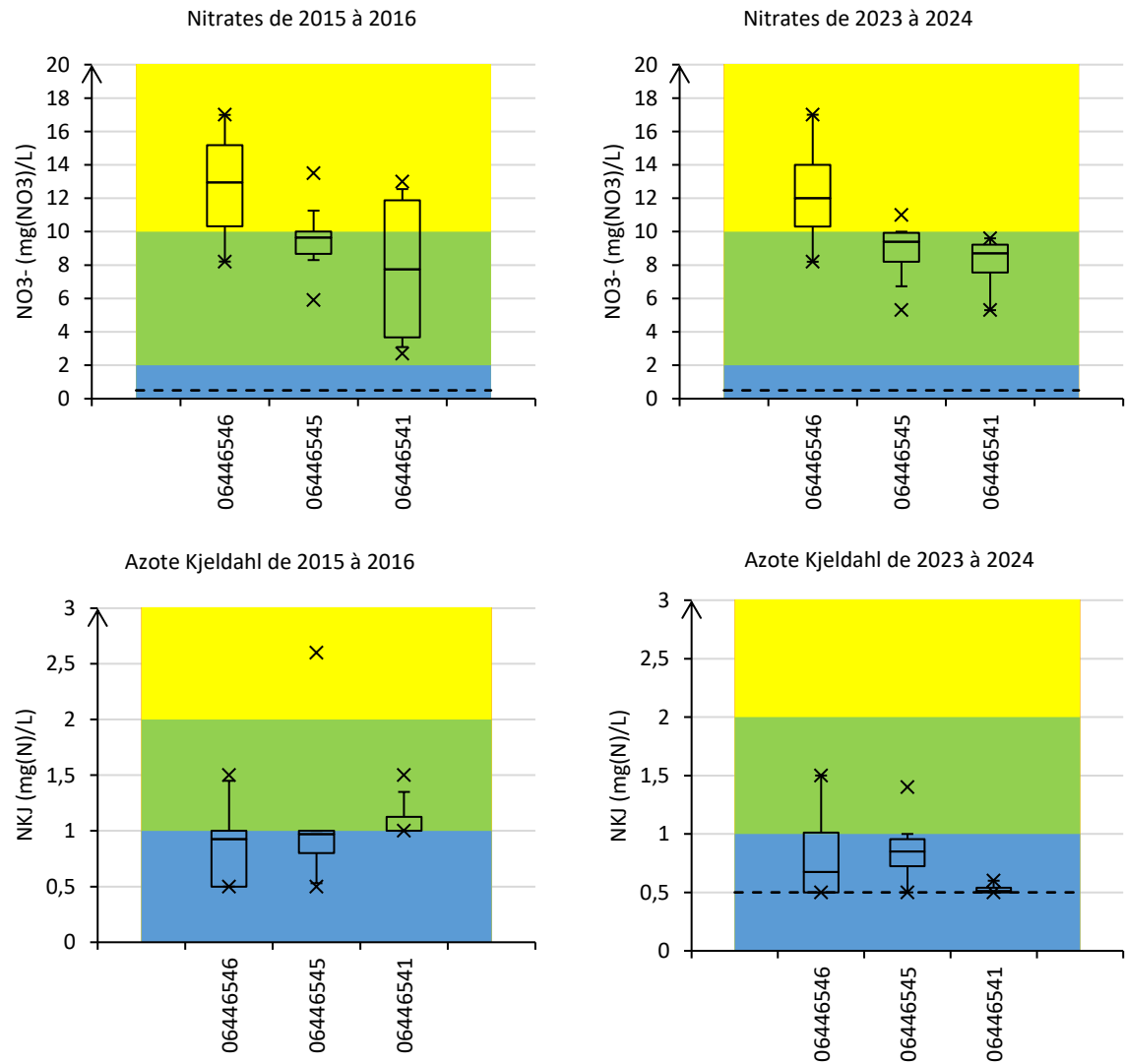


Figure 120. Comparaison de la variabilité des teneurs en nitrates et azote Kjeldahl.

		Azote Kjeldahl	Ammonium	Nitrates	Nitrites
6002334	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 7	<LQ	0,02	13	<LQ
6002336	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 8	<LQ	0,46	13	<LQ
6002337	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 9	<LQ	0,05	9,3	<LQ
6002338	RUISSEAU DES LONGEAUX A AMAGNEY 10	1,8	0,44	7,9	0,13

Tableau 83. Concentrations en matières azotées en amont et aval des 2 rejets domestiques le 11 juillet 2023.

E. Pesticides et autres micropolluants, métaux lourds

Les pesticides et métaux lourds n'ont pas été investigués dans la station opérationnelle en 2024. Sont donc rappelés ci-après les résultats et la synthèse tels que présentés dans le suivi 2023.

1. Pesticides

Support eau

	Paramètre	Nb quantif 2015-2016	Concentration moyenne 2015-2016 (µg/L)	Nb quantif 2023	Concentration moyenne 2023 (µg/L)
6446546	2,4-D			1	0,04
	AMPA	1	0,029	1	0,03
	Bromacil	4	0,029	1	0,02
	Diflufenicanil			1	0,01
	Fluroxypyr	1	0,020		
	Glyphosate			1	0,06
	Métolachlore total			1	0,01
	Pyroxsulam			1	0,08
	Napropamid	1	0,008		
	2OHAtrazi	1	0,024		
	Diuron	1	0,054		
	Total Pesticides	9	0,028	7	0,03
6446545	Alpha-cyperméthrine			1	0,01
	AMPA	2	0,122	3	0,23
	Bromacil	1	0,007		
	Cyperméthrine			1	0,01
	Diflufenicanil			1	0,01
	Glyphosate	2	0,062	1	0,06
	Métolachlore total			1	0,01
	Total Pesticides	5	0,075	8	0,10
6446541	AMPA	3	0,204	4	0,33
	Bromacil	3	0,022	1	0,02
	Diflufenicanil			1	0,01
	Glyphosate	3	0,039	2	0,06
	Métolachlore total			2	0,02
	Napropamide			1	0,03
	Napropamid	1	0,012		
	Dichlorob	1	0,005		
	Dimétachlo	1	0,008		
	Métaldéhyd	1	0,050		
	Isoprotu.	1	0,055		
	Fonicamid	1	0,071		
	DNitCrésol	1	0,046		
	Total Pesticides	16	0,065	11	0,14

Tableau 84. Pesticides dissous quantifiés lors des 2 suivis.

Comme suggéré par les fortes teneurs apicales en nitrates, la contamination par les pesticides est relativement élevée dès la source du ruisseau. Cependant, contrairement aux matières azotées, il n'y a pas d'auto-épuration le long du linéaire... En outre, une pollution additionnelle intervient entre la station médiane et la fermeture de bassin, possiblement via les 2 afférences où des grandes cultures sont présentes à proximité.

		6446546	6446545	6446541
2015	Nombre de substances quantifiées	4	3	10
	Nombre de substances recherchées	1120	560	1120
2016	Nombre de substances quantifiées	5	2	6
	Nombre de substances recherchées	1120	560	1120
2023	Nombre de substances quantifiées	14	16	22
	Nombre de substances recherchées	4438	4438	4438

Tableau 85. Nombre de quantifications et efforts analytiques en « pesticides dissous » parmi les campagnes de 2015-2016 puis 2023. Stations 6446546 et 6446541 : 2 campagnes en 2015 et 2016 , 4 campagnes en 2023 ; station 6446545 : 1 campagne en 2015 et 2016 , 4 campagnes en 2023.

Support sédiments

	Paramètre	Nb quantif 2015	Concentration moyenne 2015 (µg/kg MS)	Nb quantif 2023	Concentration moyenne 2023 (µg/kg MS)
6446546	AMPA	1	252		
	Chlordane			1	6
	Chlordane bêta			1	6
	Cyperméthrine			1	9
	DDD 24'			1	7
	Dieldrine			1	6
	Diflufenicanil			1	20
	Hexachlorocyclohexane bêta			1	5
	Perméthrine			1	14
	Total Pesticides	1	252	8	9,125
6446545	AMPA	1	385		
	Chlordane			1	33
	Chlordane alpha			1	15
	Chlordane bêta			1	18
	Chlorfenvinphos			1	11
	Chlorpyrifos-méthyl			1	9
	Cyperméthrine			1	27
	DDD 24'			1	22
	DDD 44'			1	10
	DDE 24'			1	6
	DDE 44'			1	7
	DDT 24'			1	10
	Dieldrine			1	21
	Diflufenicanil			1	46
	Endosulfan			1	11
	Endosulfan bêta			1	11
	Ethofumésate			1	6
	Heptachlore			1	6
	Heptachlore époxyde endo trans			1	11
	Heptachlore époxyde exo cis			1	7
	Hexachlorocyclohexane bêta			1	19
	Hexachlorocyclohexane delta			1	13
	Hexachlorocyclohexane gamma			1	5
	KRESOXIM-METHYL			1	8
	Métazachlore			1	6
	Méthoxychlore			1	10
	Métolachlore total			1	7
	Norflurazone			1	13
	Oxadixyl			1	18
	Parathion éthyl			1	17
	Parathion méthyl			1	8
	Perméthrine			1	27
	Propyzamide			1	11
	Pyriméthanil			1	7
	Somme Heptachlore époxyde cis/trans			1	18
	Vinclozoline			1	6
	Total Pesticides	1	385	35	13,71
6446541	AMPA	1	464		
	Cyperméthrine			1	12
	Diflufenicanil			1	9
	Total Pesticides	1	464	2	10,5

Tableau 86. Pesticides adsorbés sur sédiment quantifiés lors des 2 suivis.

	6446546	6446545	6446541
Nombre de substances quantifiées	16	70	4
Nombre de substances recherchées	266	266	266

Tableau 87. Nombre de quantifications et efforts analytiques en « pesticides adsorbés » en 2023.

Les pesticides présents dans les sédiments du ruisseau des Longeaux sont pour partie liés à l'activité agricole environnante, en partie liée à des usages biocides (rejets domestiques), et une part très importante de la forte pollution de la station médiane correspond à des polluants organiques persistants (POP) et leurs produits de dégradation, autrement dit à d'importantes pollutions anciennes héritées.

Outre ces fortes pollutions de la partie médiane par des POPs, les profils de contaminations par les pesticides des 3 stations se caractérisent par une part élevée en insecticides (perméthrine, cyperméthrine) et donc aux conséquences potentiellement fortes à eux seuls sur la faune aquatique (ruisseau en APB écrevisses à pattes blanches, insectes, et indirectement poissons...).

2. Micropolluants

Support eau

		6446546	6446545	6446541
2015	Nombre de substances quantifiées	1	0	1
	Nombre de substances recherchées	26	13	26
2016	Nombre de substances quantifiées	0	0	2
	Nombre de substances recherchées	26	13	26
2023	Nombre de substances quantifiées	6	10	10
	Nombre de substances recherchées	184	184	184

Tableau 88. Nombre de quantifications et efforts analytiques en « micropolluants dissous » parmi les campagnes de 2015-2016 puis 2023. Stations 6446546 et 6446541 : 2 campagnes en 2015 et 2016 , 4 campagnes en 2023 ; station 6446545 : 1 campagne en 2015 et 2016 , 4 campagnes en 2023.

	Paramètre	Nb quantif 2015	Concentration moyenne 2015 (µg/L)	Nb quantif 2023	Concentration moyenne 2023 (µg/L)
6446546	COV				
	Formaldéhyde			1	1
	Total COV			1	1
	HAP				
	Anthraquinone	1	0,005	1	0,006
	Total HAP	1	0,005	1	0,006
6446545	Autres MPO				
	Benzotriazole			1	0,035
	Total Autres MPO			1	0,035
6446541	Médicaments				
	Carbamazepine			3	0,025666667
	Total Médicaments			3	0,03
6446541	Autres MPO				
	Benzotriazole			2	0,032
	Total Autres MPO			2	0,03
6446541	HAP				
	Anthraquinone	2	0,007		
	Total HAP	2	0,007		
	Médicaments				
	Carbamazepine			3	0,044
	Total Médicaments			3	0,044
6446541	Autres MPO				
	Benzotriazole			1	0,063
	Phosphate de tributyle			1	0,005
	Tributyl P	1	0,014		
	Total Autres MPO	1	0,014	2	0,034

Tableau 89. Micropolluants dissous (hors pesticides) quantifiés lors des 2 suivis.

Malgré les impacts trophiques conséquents des rejets domestiques le long du linéaire, la diversité en micropolluants (autres que pesticides agricoles) quantifiés demeure *a priori* relativement modeste. Toutefois, la liste analytique en la matière demeure elle-même modeste, et les fréquences de quantification sont particulièrement élevées pour ces substances le long du linéaire (entre 6 et 10%).

Par conséquent, la liste ci-dessus des micropolluants dissous (hors pesticides) ne constitue vraisemblablement que « la partie immergée de l'iceberg ».

Support sédiments

	6446546	6446545	6446541
Nombre de substances quantifiées	38	38	44
Nombre de substances recherchées	202	202	202

Tableau 90. Nombre de quantifications et efforts analytiques en « micropolluants adsorbés » en 2023.

	Paramètre	Nb quantif 2015	Concentration moyenne 2015 (µg/kg MS)	Nb quantif 2023	Concentration moyenne 2023 (µg/kg MS)
6446546	HAP				
	Acénaphène			1	111
	Acénaphthylène			1	31,6
	Anthracène	1	588	1	200
	Benzo(a)anthracène	1	3341	1	722
	Benzo(a)pyrène	1	2293	1	577
	Benzo(b)fluoranthène	1	2325	1	655
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	1044	1	432
	Benzo(k)fluoranthène	1	1311	1	510
	Chrysène	1	4648	1	903
	Dibenzo(a,h)anthracène			1	181
	Fluoranthène	1	5801	1	209
	Fluorène			1	93,7
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	1320	1	538
	Naphtalène			1	25,1
	Phénanthrène	1	2052	1	639
	Pyrène	1	4855	1	210
	Total HAP	12	2489	16	377
	Phtalates				
	Di(2-ethylhexyl)phtalate	1	94	1	320
	Total Phtalates	1	94	1	320
	Autres MPO				
	4-nonylphenols ramifiés			1	169
	Phosphate de tributyle			1	14
	Total Autres MPO			2	91,5
6446545	HAP				
	Acénaphène			1	3,5
	Acénaphthylène			1	15
	Anthracène	1	96	1	28,5
	Benzo(a)anthracène	1	400	1	135
	Benzo(a)pyrène	1	315	1	127
	Benzo(b)fluoranthène	1	300	1	119
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	255	1	86,4
	Benzo(k)fluoranthène	1	167	1	72,5
	Chrysène	1	458	1	152
	Dibenzo(a,h)anthracène	1	183	1	20,9
	Fluoranthène	1	906	1	220
	Fluorène	1	20	1	7,2
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	192	1	80,3
	Naphtalène			1	4,4
	Phénanthrène	1	462	1	91,3
	Pyrène	1	594	1	188

	Paramètre	Nb quantif 2015	Concentration moyenne 2015 (µg/kg MS)	Nb quantif 2023	Concentration moyenne 2023 (µg/kg MS)
	Total HAP	13	334	16	84,44
	Phtalates				
	Di(2-ethylhexyl)phtalate	1	32	1	109
	Total Phtalates	1	32	1	109,00
	Autres MPO				
	4-nonylphenols ramifiés			1	211
6446541	Phosphate de tributyle			1	26
	Total Autres MPO			2	118,50
	HAP				
	Acénaphène			1	5,1
	Acénaphylène			1	12,5
	Anthracène	1	23	1	31,9
	Benzo(a)anthracène	1	129	1	151
	Benzo(a)pyrène	1	138	1	145
	Benzo(b)fluoranthène	1	138	1	153
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	127	1	112
	Benzo(k)fluoranthène	1	64	1	88,1
	Chrysène	1	180	1	186
	Dibenzo(a,h)anthracène	1	59	1	30,1
	Fluoranthène	1	270	1	235
	Fluorène			1	11,3
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	99	1	105
	Naphtalène			1	16,1
	Phénanthrène	1	78	1	157
	Pyrène			1	206
	Total HAP	12	126	16	102
	PBDE				
	heptabromodiphényl éther (congénère 183)			1	0,075
	Hexabromodiphényl éther (congénère 153)			1	0,034
	Hexabromodiphényl éther (congénère 154)			1	0,031
	Total PBDE			3	0,0467
	Phtalates				
	Di(2-ethylhexyl)phtalate	1	616	1	340
	Total Phtalates	1	616	1	340
	Autres MPO				
	4-nonylphenols ramifiés			1	187
	Phosphate de tributyle			1	9
	Total Autres MPO			2	98

Tableau 91. Micropolluants adsorbés (hors pesticides) quantifiés lors des 2 suivis.

Les sédiments du ruisseau des Longeaux sont contaminés de sa source à sa fermeture de bassin par des HAP (origines diffuses et multiples), par des phtalates, nonylphénols et phosphate de tributyle (substances ubiquistes souvent associées à des rejets domestiques).

A cela s'ajoute de façon notoire une pollution spécifique à la fermeture de bassin par des PBDE (substances ubiquistes utilisées notamment pour ignifuger les matières plastiques et textiles). Cette observation corrobore la préemption d'une nette pression domestique additionnelle qui intervient plus en aval de la STEU d'Amagney.

3. Métaux lourds

La contamination du milieu par les métaux dissous n’est pas connue et les contaminations sédimentaires et bryophytiques n’ont pas été investiguées en 2023-2024 (mais l’ont été en 2015-2016).

Support sédiments

	6446541	6446545	6446546
ETM	2015	2015	2015
Arsenic	10,6	11,9	14,6
Cadmium	<LQ	<LQ	0,5
Chrome	20,8	25,3	38,4
Cuivre	22,8	<LQ	<LQ
Mercure	0,117	0,031	0,025
Nickel	11,7	15	16,2
Plomb	17,2	13,4	19,7
Zinc	89,7	46,5	59
Etain	1,11	0,26	0,81

Tableau 92. Concentrations sédimentaires en ETM dans le BV du Longeaux en 2015 (mg/Kg MS). Couleurs = référentiel SEQ-Eau.

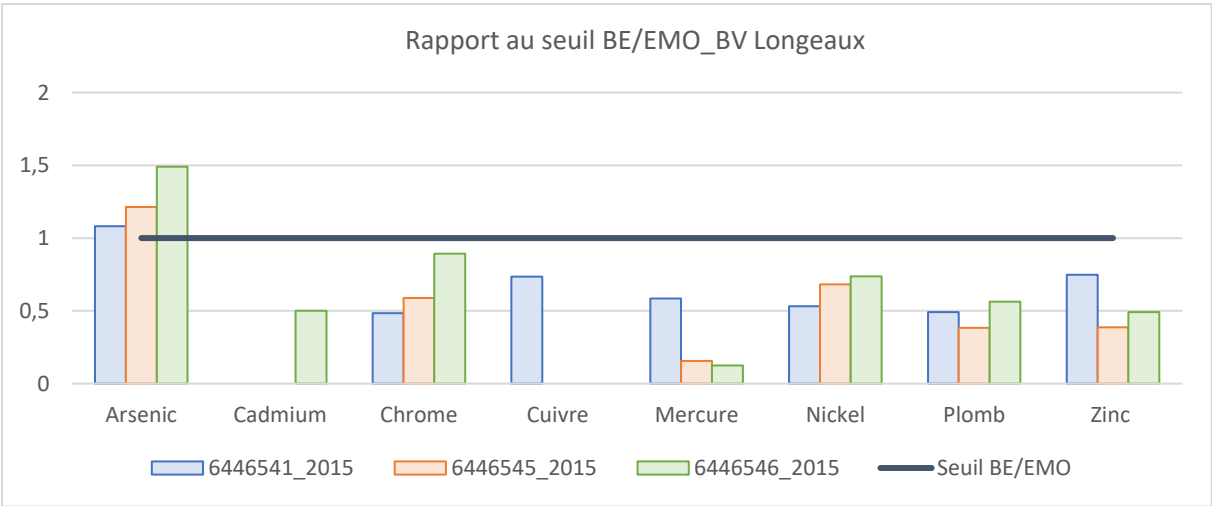


Figure 121. Profil de contamination sédimentaire sur les stations du Longeaux (rapports au seuil bon/moyen du SEQ Eau).

Les teneurs en ETM des sédiments des Longeaux sont relativement homogènes le long du linéaire, sans pollution majeure constatée (cas particulier de l’arsenic avec un seuil relativement bas et une part possiblement d’origine géochimique).

On remarque toutefois des teneurs diffuses significatives en chrome, nickel, plomb et zinc ; une pollution plus spécifique du secteur apical par le mercure et le cuivre ; et une contamination de la fermeture du bassin par le cadmium.

Support bryophytes

Hormis le cas particulier de l'arsenic (fond géochimique ?), il n'est pas mis en évidence de pollution majeure de la fermeture de bassin par les ETM en 2015, bien que les teneurs chrome, cuivre et zinc soient significatives.

		6446546
ETM	CMR	2015
Arsenic	1,5	3,22
Cadmium	0,4	0,1
Chrome	5	4,19
Cuivre	18	9,3
Mercure	0,06	<LQ
Nickel	9	3,53
Plomb	9	2,25
Zinc	75	48,1
Etain		<LQ

Tableau 93. Concentrations en ETM bio-accumulés dans les bryophytes (mg/Kg MS) en fermeture de bassin des Longeaux en 2015. Couleurs = référentiel SEQ-Eau.

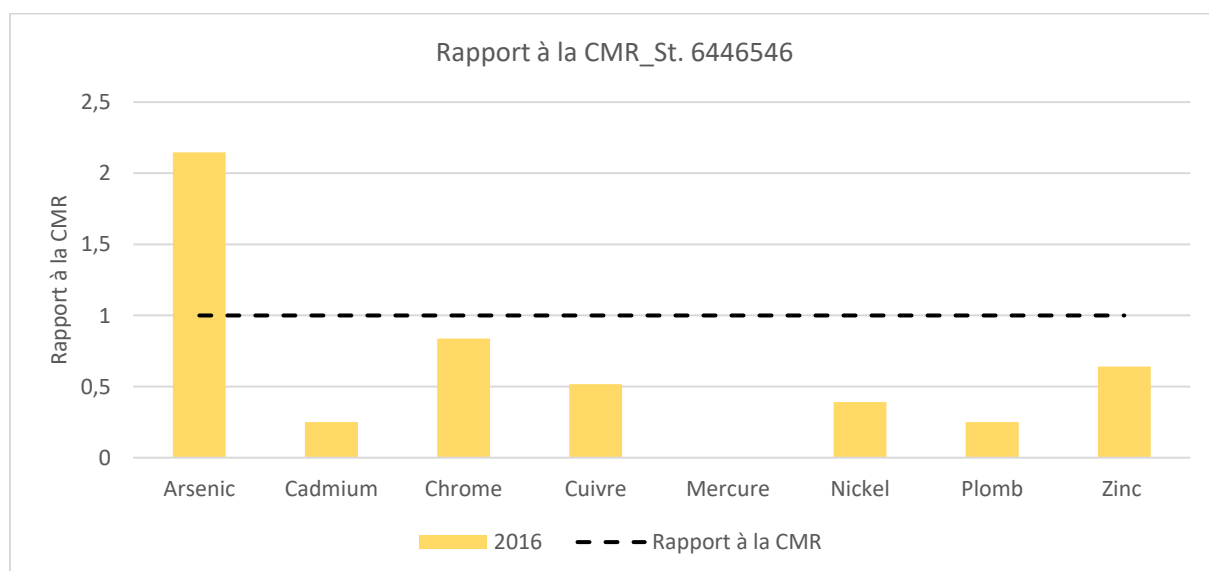


Figure 122. Rapport des teneurs en ETM bio-accumulés dans les bryophytes (fermeture de bassin des Longeaux en 2015) avec les CMR (concentration métallique repère) respectives.

F. Hydrobiologie

1. Diatomées

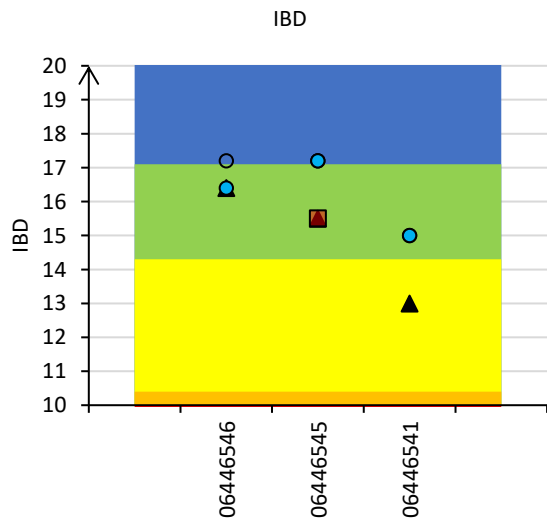


Figure 123. Comparaison des valeurs de l'IBD disponibles dans le ruisseau des Longeaux (couleurs : classes DCE) en 2015 et 2023-2024. Ronds bleus : données 2015. Triangles noirs : données 2023. Carré rouge : donnée 2024.

	IBD (/20) en 11/07/2023
06002334	15,4
06002336	15,3
06002337	16,8
06002338	14,6

Tableau 94. Valeurs de l'IBD dans les stations issues de l'étude « assainissement » sur Grand Besançon Métropole

Le suivi départemental 2023 tend à mettre en évidence une dégradation croissante de la qualité diatomique le long du linéaire (initialement non optimal), avec notamment la bio-indication d'une tolérance croissante aux pressions organiques et phosphorées. A l'inverse, la tolérance aux nitrates tend à se réduire longitudinalement.

La communauté amont est ainsi dominée par des espèces ubiquistes *Amphora pediculus* et *Achnanidium minutissimum* (61% des individus) et par *Sellaphora nigri* (46% des individus), espèce nettement polluo-tolérante, en fermeture de bassin.

Ces constats s'inscrivent donc en cohérence avec les précédentes observations physico-chimiques. La double investigation en 2023 et 2024 de la station médiane (06446545) indique une stabilité de cet état altéré.

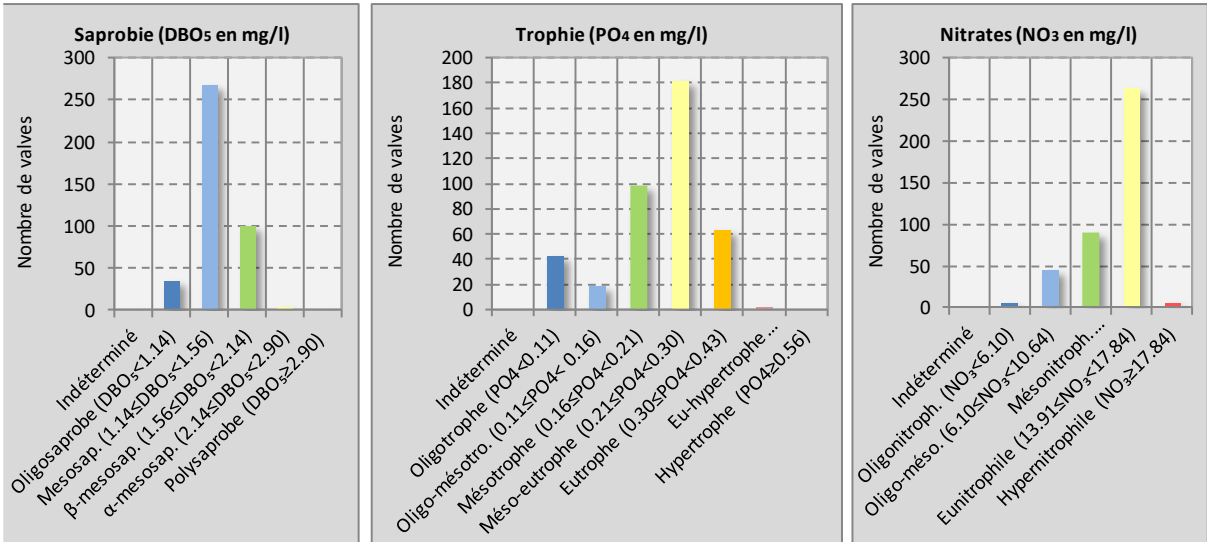


Figure 124. Profils de sensibilité de la communauté diatomique 2024 (station 06446545) aux paramètres DBO5, PO4 et NO3 dans le Longeaux à Amagney 2

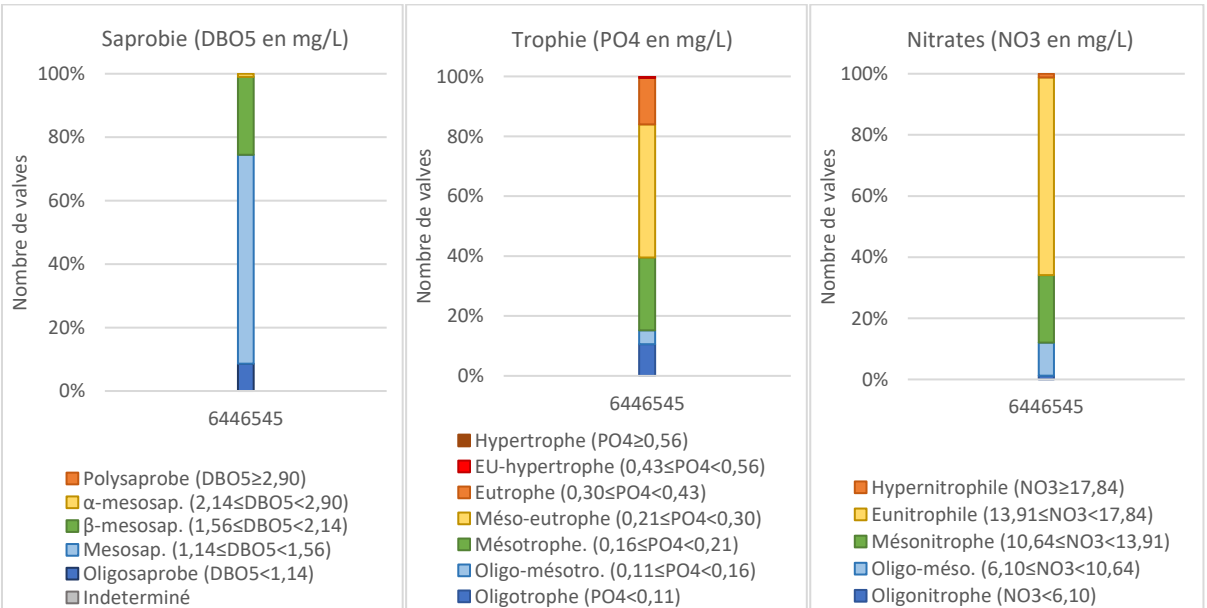


Figure 125. Profils de sensibilité de la communauté diatomique 2024 (station 06446545) aux paramètres DBO5 (à gauche), PO4 (au milieu) et NO3 (à droite) dans le ruisseau des Longeaux (station suivie en 2024)

2. Macro-invertébrés

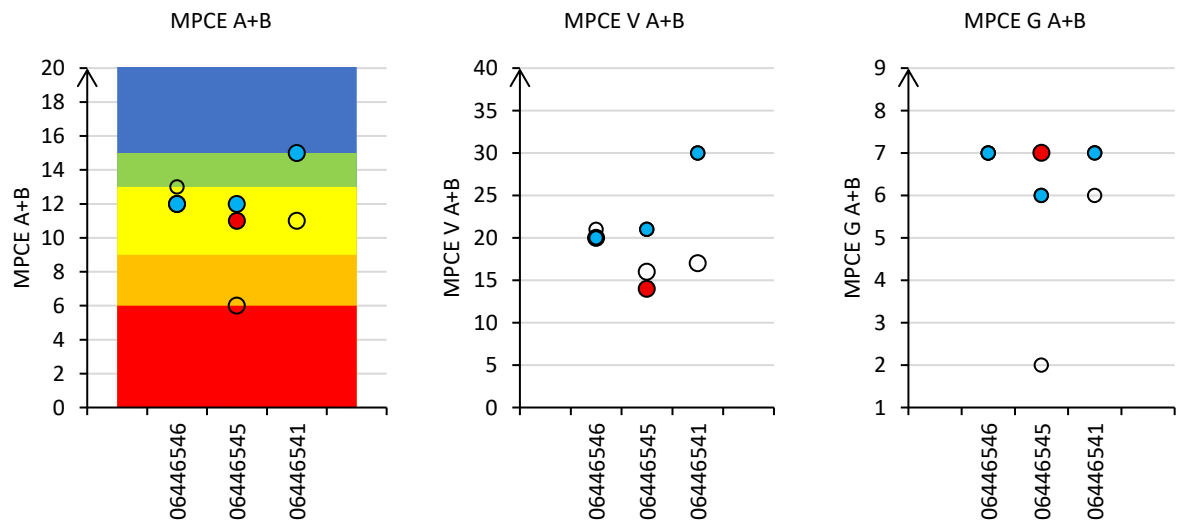


Figure 126. IBG-DCE et métriques associées (variété et rang du groupe indicateur) en 2015 (ronds bleus), en 2023 (ronds noirs) et en 2024 (rond rouge).

	MPCE (/20) / GI / VT 11/07/2023
06002334	13 / 6 / 28
06002336	13 / 6 / 25
06002337	8 / 4 / 13
06002338	4 / 2 / 9

Tableau 95. IBG-DCE et métriques associées (variété et rang du groupe indicateur) en amont et aval des 2 rejets domestiques le 11 juillet 2023

La qualité macrobenthique apicale du ruisseau est relativement stable dans le temps : pour partie impactée par la présence du décanteur, mais déjà perturbée dès la source dès l’amont de ce dernier. Le MPCE et l’I2M2 convergent pour indiquer une sensibilité moyenne de la communauté, mais l’I2M2 sanctionne encore plus sévèrement l’état macrobenthique en raison de la faiblesse de sa richesse taxonomique. A noter que ce secteur apical du ruisseau dispose d’un enjeu macrobenthique particulier, car constituant le dernier secteur refuge d’une population d’écrevisses à pattes blanches encore bien présente en 2024.

Plus en aval, la qualité macrobenthique s’est fortement dégradée entre 2015 et 2023 (similaire entre 2023 et 2024 dans la station médiane) à l’aval de la STEU d’Amagney où il ne subsiste que des taxons particulièrement tolérants et une diversité taxonomique encore plus faible que dans la partie apicale. Dès l’amont de ce rejet, une nette dégradation de la qualité est constatée par rapport au secteur apical, avec *in fine* un état jugé médiocre à l’amont du rejet, ce dernier devenant mauvais à l’aval.

Si selon le MPCE une amélioration est observée en fermeture de bassin, en revanche, l’I2M2 diagnostique un état macrobenthique catastrophique avec le maintien d’une très faible diversité et une sensibilité des taxons particulièrement faibles, ces derniers étant de surcroît encore davantage adaptés à des pressions fortes et récurrentes (taux d’ovoviviparité et de polyvoltinisme élevés).

En résumé, s’il n’existe pas d’état préservé du macrobenthos dès sa source, on constate d’une part une faiblesse de la diversité taxonomique pouvant s’expliquer en partie par une pauvreté en micro-habitats biogènes, et d’autre part des impacts qualitatifs opérant le long du linéaire (dont le rejet de la STEU d’Amagney, mais pas uniquement). Ceci est illustré par exemple par l’indice SPEAR traduisant l’adaptation du macrobenthos aux pressions « pesticides » *lato sensu* (élevée dès la partie apicale, puis très forte dans les parties médianes et distales).

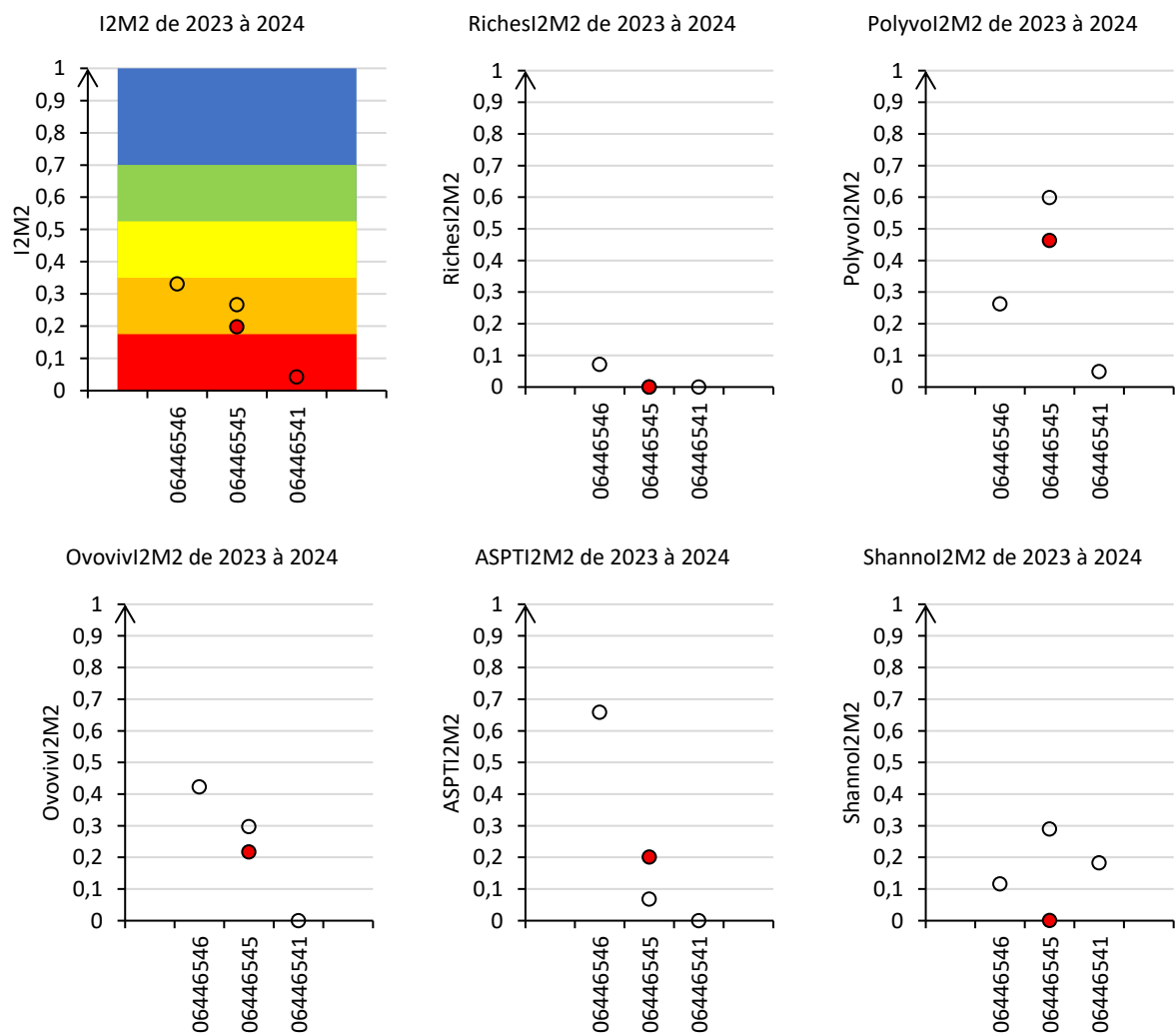


Figure 127. I2M2 et métriques élémentaires associées en 2023 (ronds noirs) et 2024 (ronds rouges). Pas de mesure en 2015.

	I2M2 (EQR) 11/07/2023
06002334	0,369
06002336	0,171
06002337	0,118
06002338	0,078

Tableau 96. Valeurs de l’I2M2 en amont et aval des 2 rejets domestiques le 11 juillet 2023 (couleurs : classes DCE).

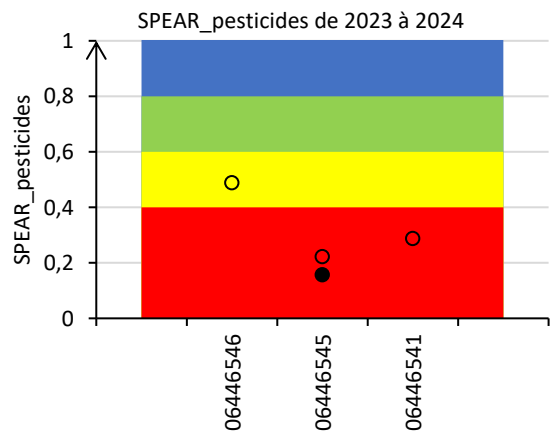


Tableau 97. Valeurs de l’indice SPEAR pesticide des communautés macrobenthiques des Longeaux en 2024. Les classes de qualités sont celles relatives à l’indice *sensu stricto*, indépendant des états DCE. Rond noir : 2024

G. Synthèse

Les investigations réalisées en 2024 ont permis de consolider les observations réalisées en 2023 sur la station médiane, et donc plus globalement accréditer la robustesse des diagnostics portés sur les diverses pressions opérant dans le BV.

Une forte pression agricole opère dès la source du ruisseau des Longeaux. Elle se traduit par une pollution par les nitrates (qui tend à diminuer le long du linéaire) mais aussi (et surtout) par une forte contamination par des pesticides. Cette dernière ne décroît pas longitudinalement, et au contraire un surcroît de pollution par les PPP est observé en fermeture de bassin (possiblement via les 2 afférences).

A cela s'ajoute plusieurs pressions domestiques. Dans le secteur apical, cela se traduit par une légère pression organique et des dystrophies chroniques en matières azotées et phosphorées, ainsi que par la présence de micropolluants. L'impact hydrobiologique du décanteur s'ajoute à celui d'une source à la qualité déjà pour partie altérée. A noter que l'enjeu macrobenthique dans ce secteur amont est particulièrement identifié compte tenu de la présence d'une population d'écrevisses à pattes blanches encore bien implantée dans la partie forestière (un des derniers affluents du Doubs classé en APB écrevisse).

Plus en aval, l'impact de STEU d'Amagney se traduit lui aussi par des surcroûts de pollutions chroniques organiques, azotées et phosphorées, mais selon des intensités encore davantage affirmées. A cela s'ajoute là aussi une contamination par des micropolluants, mais encore davantage marquée via notamment des POPs (issus du DDT et du Lindane par exemple). La qualité hydrobiologique déjà nettement altérée à l'amont du rejet, le devient encore davantage à l'aval.

En fermeture de bassin, une pression domestique additionnelle est mise en évidence (origine précise à déterminer) via une pollution organique et phosphorée supplémentaire, mais aussi via la présence accrue de certains micropolluants (tels que les PBDE). L'hydrobiologie y est particulièrement dysfonctionnelle, et le macrobenthos particulièrement adapté à ce type de pression qualitative récurrente.

Les états macrobenthiques particulièrement altérés (souvent médiocres à mauvais) sont liés à une faible sensibilité des taxons pour les raisons précédemment évoquées, mais aussi à une faible diversité taxonomique. Cette dernière est dû possiblement en partie à une altération de la morphologie du cours d'eau, mais aussi pour partie à la présence significative de plusieurs insecticides puissants tels que les pyréthriinoïdes.

II. BV de la Brème

A. Contextualisation

La Brème est un affluent de la Loue et sa qualité est suivie annuellement par le Département depuis 2008 via la station 06466250 « BREME A BONNEVAUX-LE-PRIEURE 2 » du réseau patrimonial.

Depuis quelques années, les rapports du suivi départemental indiquent une tendance à la baisse de la qualité de l'eau et de la qualité biologique et la Brème figure désormais parmi les cours d'eau karstiques à forte valeur patrimoniale les plus perturbées du Département.

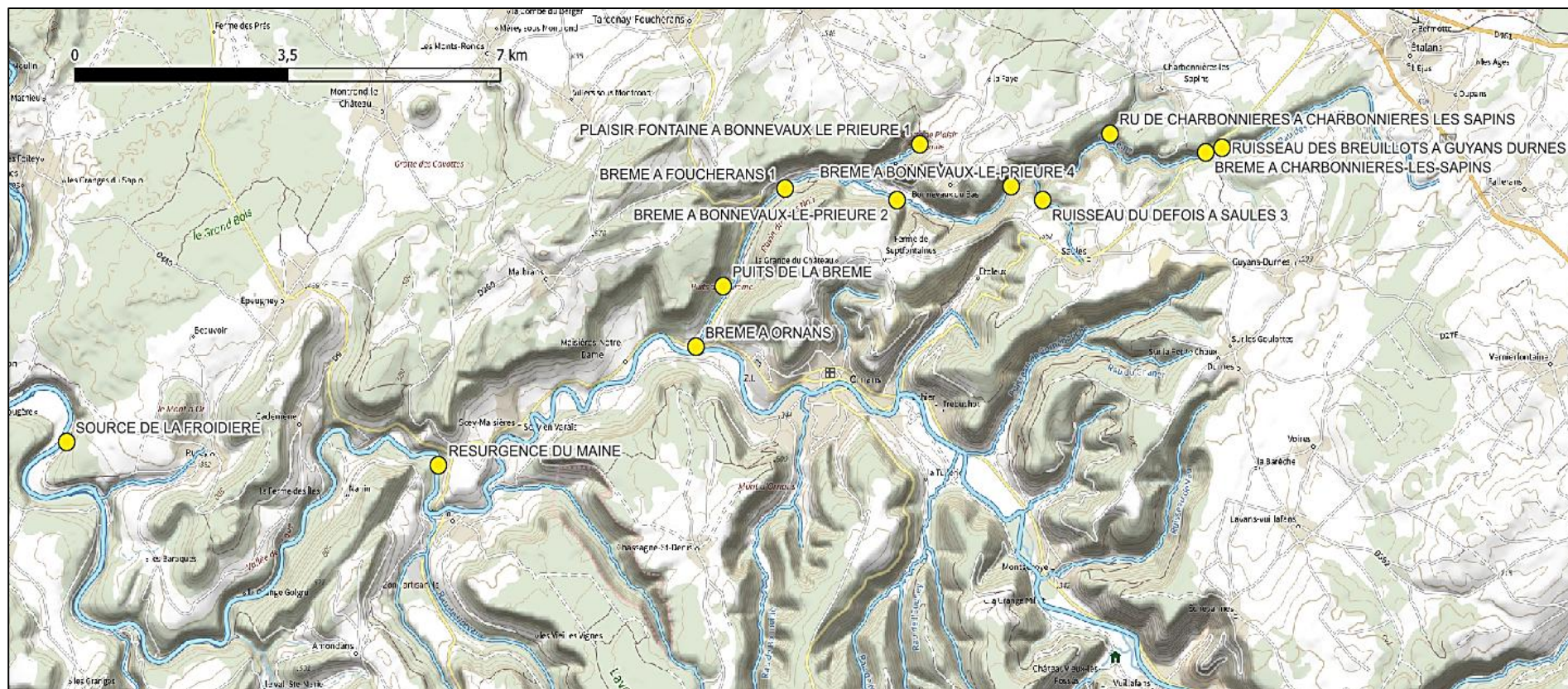
Ces perturbations concernent notamment les nutriments : station patrimoniale avec la plus forte concentration en nitrates dans le bassin de la Loue et figurant parmi les stations les plus sensibles en ce qui concerne l'ammonium et les phosphates. Par ailleurs, les dernières analyses en micropolluants réalisés en 2021 ont mis en évidence une pollution par une dizaine de contaminants avec des concentrations plus élevées que la moyenne des stations de suivi récurrent du Département situées en contexte karstique.

Au vu de ce constat, un focus a été réalisé sur le BV de la Brème dans le cadre du programme de suivi 2024, avec pour objectifs de :

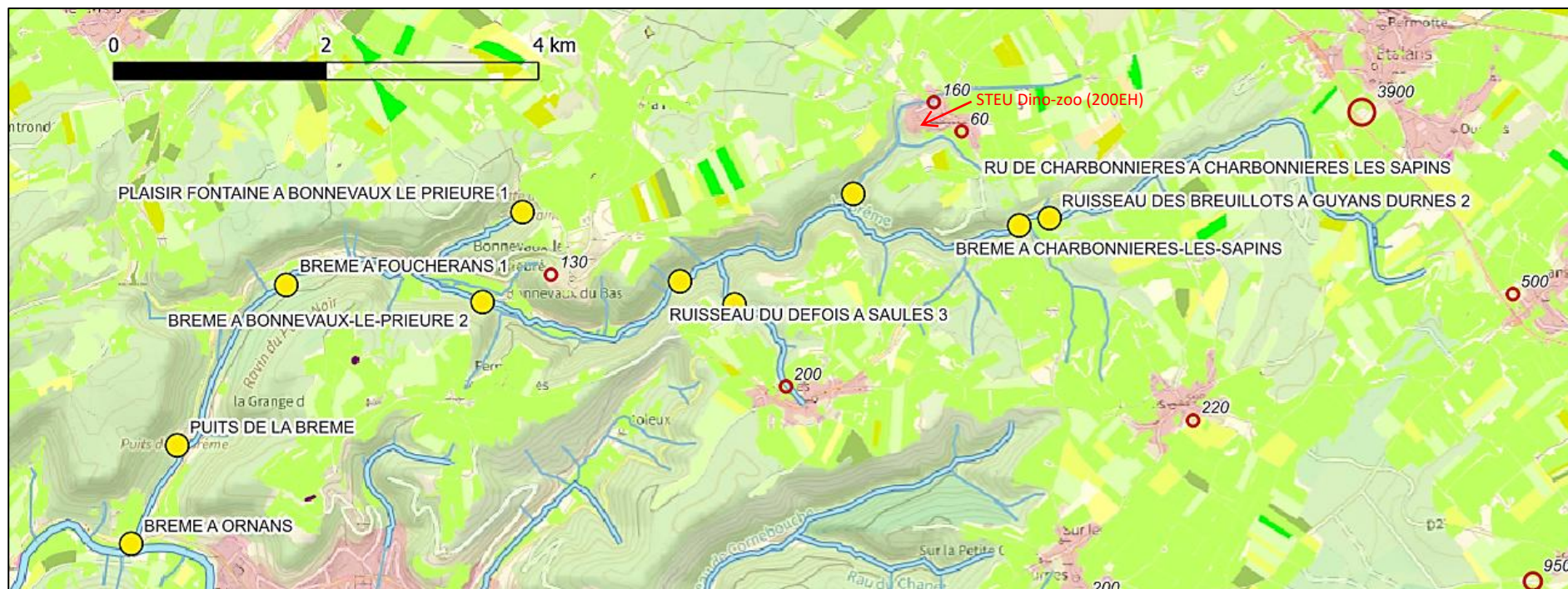
- **Déterminer l'origine géographique des perturbations** constatées ces dernières années sur la station patrimoniale en identifiant les secteurs les plus contributeurs : sources et exurgences karstiques (Plaisir Fontaine, Puits de la Brème)
- **Identifier et localiser les pressions à l'œuvre**, en particulier domestiques (STEP d'Etalans, Saules, Charbonnières-les-Sapins, Bonnevaux-le-Prieuré) ;
- **Evaluer l'évolution de la qualité de l'hydrosystème** via un comparatif avec les données antérieures disponibles.

Cours d'eau	Libellé SANDRE	Code Agence de l'Eau	PC DE BASE	MINERALISATION	EUTROPHISATION	PC restreinte	IBGN	DIATOMEES	PESTICIDES	SEDIMENTS - Pesticides et MPO
Ruisseau de Charbonnière les Sapins	RU DE CHARBONNIERES A CHARBONNIERES LES SAPINS	06002175				6	1	1		
Ruisseau des Breuillots	RUISSEAU DES BREUILLOTS A GUYANS DURNES 2	06002265				6	1	1		
Le Defois	RUISSEAU DU DEFOIS A SAULES 3	06002460				6	1	1		
Ruisseau de Plaisir Fontaine	PLAISIR FONTAINE A BONNEVAUX LE PRIEURE 1	06401130				6	1	1		
La Brème	BREME A CHARBONNIERES-LES-SAPINS	06466050				6	1	1	6	1
La Brème	BREME A BONNEVAUX-LE-PRIEURE 4	06002155				6	1	1		
La Brème	BREME A BONNEVAUX-LE-PRIEURE 2	06466250	6	1	1		1	1	6	1
La Brème	BREME A FOUCHERANS 1	06002255				6	1	1		
La Brème	BREME A ORNANS	06466450				6	1	1	6	1
Puits De La Breme	PUITS DE LA BREME	BSS001KWDK				2				
Résurgence Du Maine	RESURGENCE DU MAINE	BSS001KUXE				6			6	1
Source de la Froidière	SOURCE DE LA FROIDIERE	06002318				6				

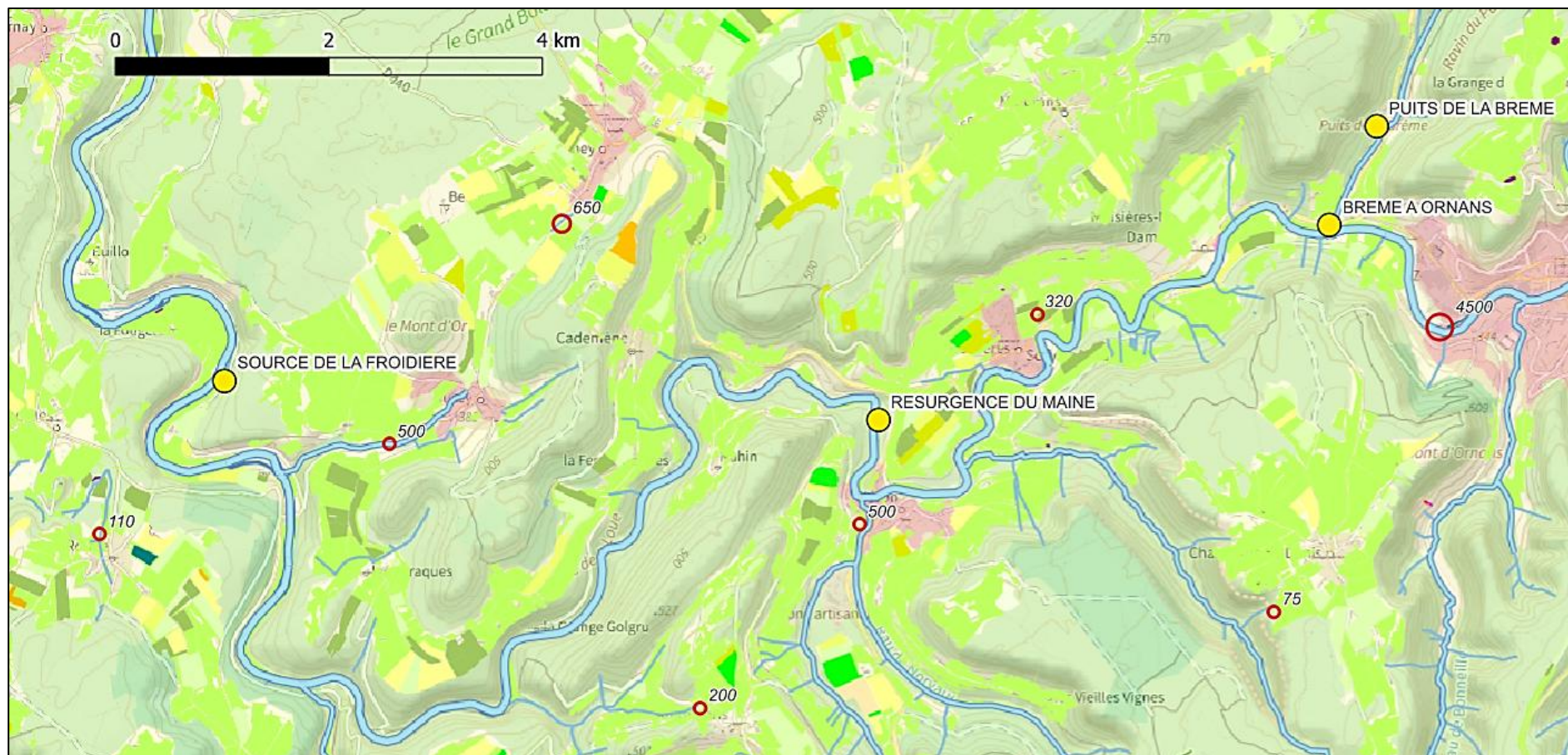
Tableau 98. Programme analytique 2024 sur le BV de la Brème.



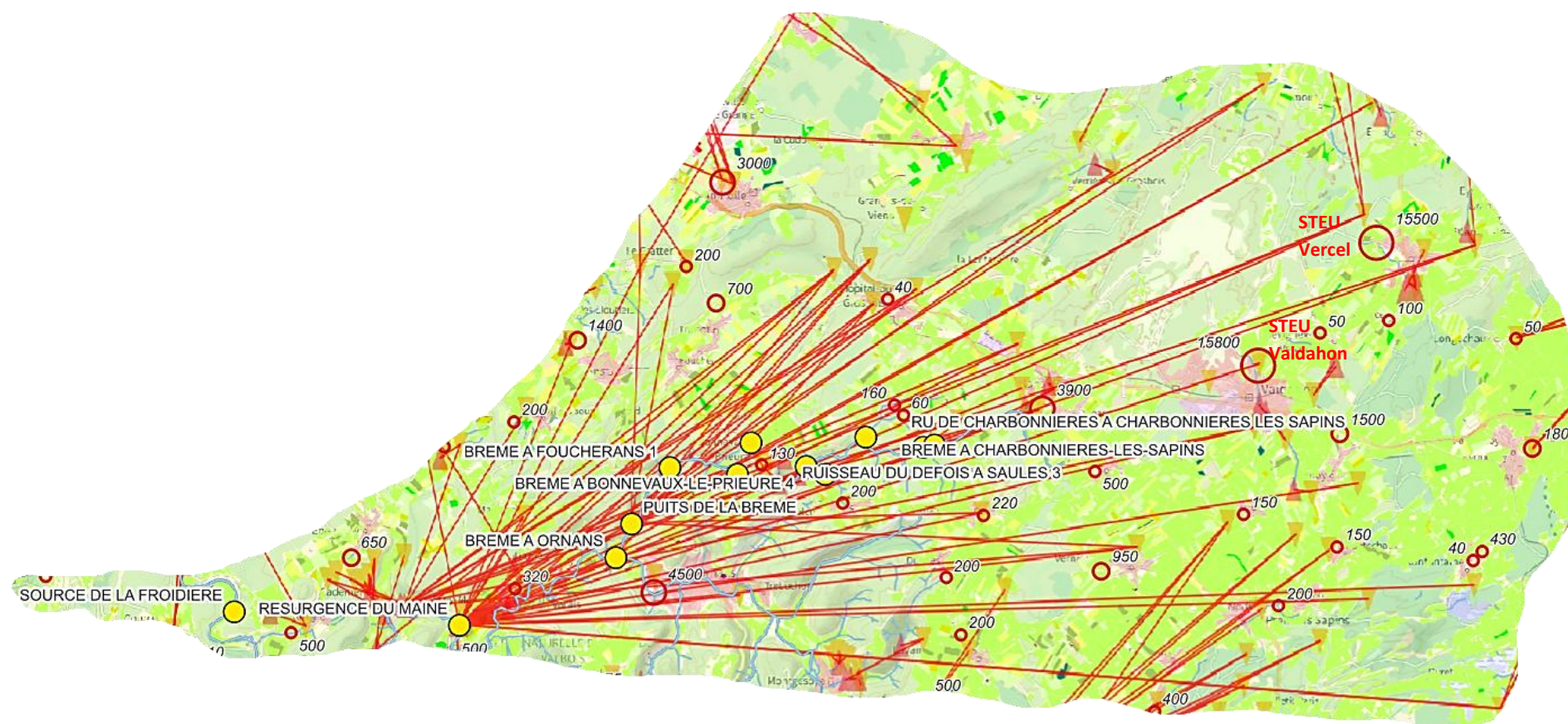
Carte 26. Vue globale des 12 stations investiguées dans le BV de la Brème et exsurgences karstiques.



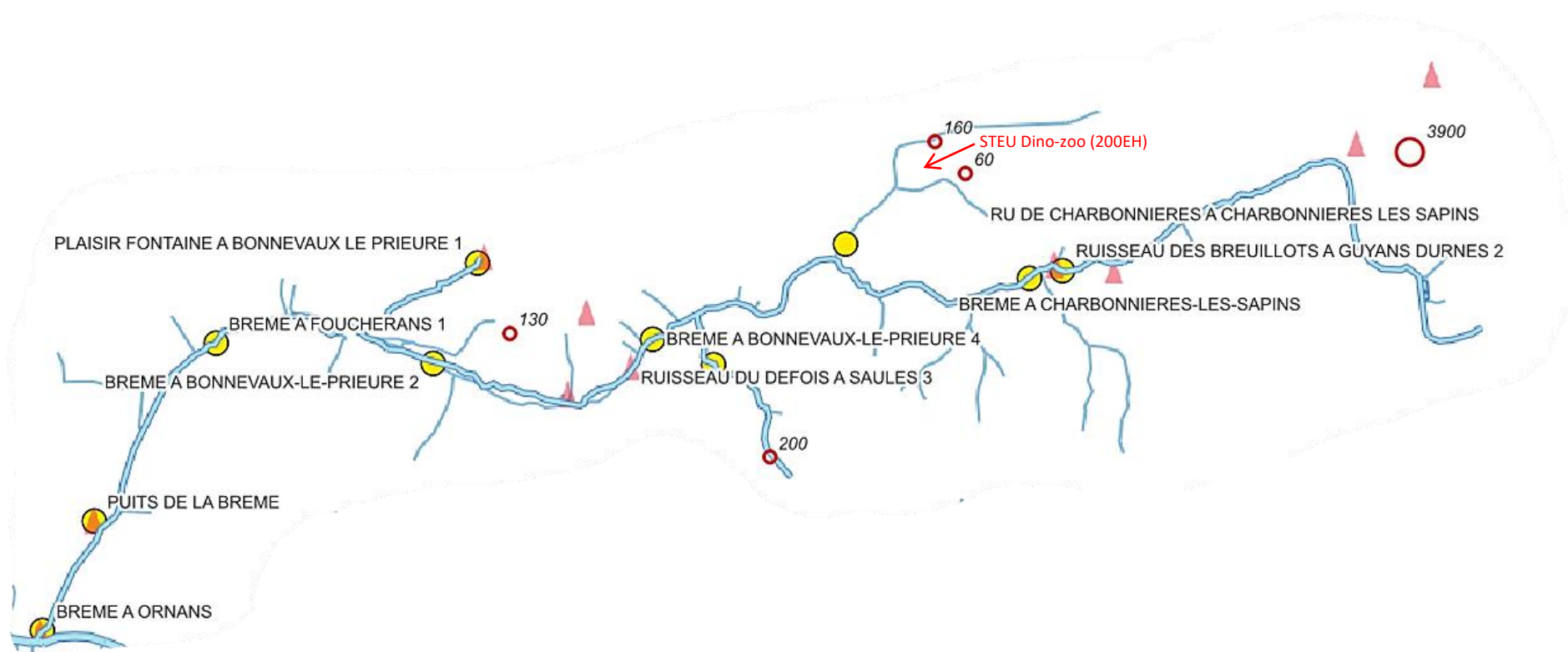
Carte 27. Hydrographie du BV de la Brème, occupation du sol (CLC2018 et RPG2023) et localisation des STEU (nb EH).



Carte 28. Localisations respectives des exsurgences karstiques (Puits de la Brème, Maine et Froidière) à l'aval du BV et à l'aval de la confluence de la Brème avec la Loue. occupation du sol (CLC2018 et RPG2023) et localisation des STEU (nb EH).



Carte 29. Circulations karstiques dans le BV de la Brème et l'exsurgence du Maine, occupation du sol (CLC2018 et RPG2023) et localisation des STEU (nb EH).



Carte 30. Localisation des points de restitutions (triangles) des traçages des circulations karstiques telle que cartographiée par la DREAL BFC dans le BV hydrographique de la Brème.

B. Contexte hydrologique

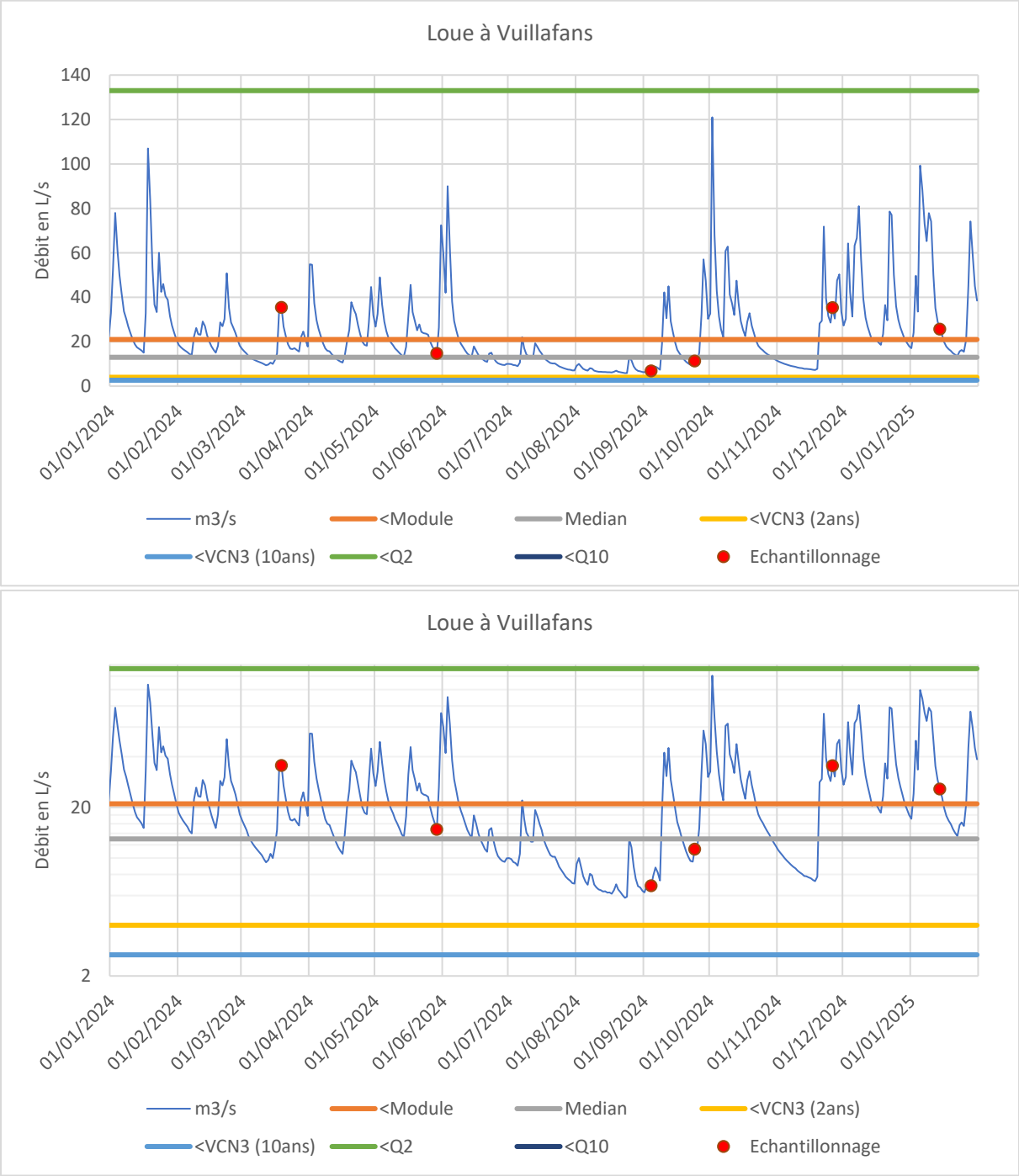


Figure 128. Chronique des débits lors de la période investiguée au sein de la station limnimétrique localisée sur la Loue à Vuillafans. Les ronds indiquent les dates d'échantillonnages.



Figure 129. Typologies d'écoulements au niveau de la station U2604073 (La Breme à Ornans) du réseau ONDE. Bleu : Ecoulement visible acceptable. Jaune : Ecoulement visible faible. Orange : Ecoulement non visible. Rouge : Assec.

La période investiguée (2024-début 2025) fut particulièrement humide, engendrant des débits supérieurs à la médiane la majorité de l'année, hormis lors de la période estivale. Il ne fut ainsi pas observé d'étiage marqué. A l'inverse, les pics de débit n'atteignirent pas la Q2 durant cette période.

Ainsi, sur les 6 campagnes réalisées, 3 le furent à un débit supérieur au module (fortes eaux), 2 proches de la médiane (moyennes eaux), et 1 durant les basses eaux 2024. En contextualisant ces écoulements en étiage avec la station ONDE en fermeture de bassin, on constate que la période investiguée à fortement contrastée avec les 2 années précédentes. **Se pose alors la question de la représentativité hydrologique (et par extension de la dynamique de la qualité de l'eau) de la période investiguée.**

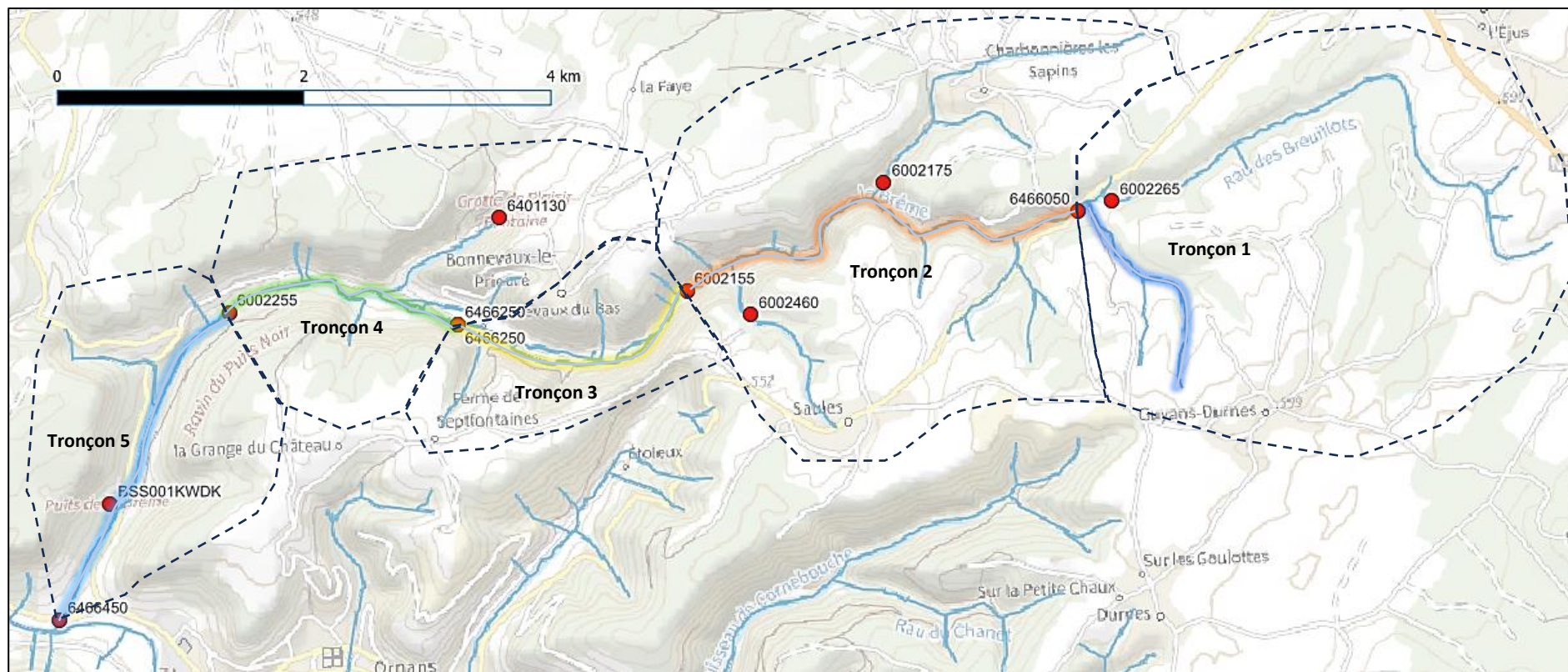
Code Station	Rivière/origine	2024					2025
		19/03	29/05	04/09	24/09	26/11	14/01
6466050	BREME A CHARBONNIERES-LES-SAPINS	0,133	0,119	0,017	0,028	0,401	0,066
6002155	BREME A BONNEVAUX-LE-PRIEURE 4	0,591	0,493	0,081	0,116	1,248	0,120
6466250	BREME A BONNEVAUX-LE-PRIEURE 2	0,764	2,071	0,189	0,354	0,705	0,289
6002255	BREME A FOUCHERANS 1	1,210	2,516	0,091	0,198	NM	0,584
6466450	BREME A ORNANS	NM	NM	ASSEC	0,159	NM	0,456
6002265	RUISSEAU DES BREUILLOTS A GUYANS DURNES 2	0,077	0,114	0,001	0,010	0,274	0,027
6002175	RU DE CHARBONNIERES A CHARBONNIERES LES SAPINS	0,024	0,058	0,033	0,006	0,124	0,052
6002460	RUISSEAU DU DEFOIS A SAULES 3	0,067	0,129	0,024	0,013	0,120	0,027
6401130	PLAISIR FONTAINE A BONNEVAUX LE PRIEURE 1	0,157	0,943	0,038	0,126	0,431	0,154
BSS001KWDK	PUITS DE LA BREME					NM	NM
BSS001KUXE	RESURGENCE DU MAINE	NM	NM	0,820	NM	NM	NM
6002318	SOURCE DE LA FROIDIERE	0,070	0,236	0,141	NM	0,221	0,064

Tableau 99. Débits (m³/s) jaugés dans les stations de la Brême et ses affluents lors des 6 campagnes de mesures.
Remarque : seulement 2 campagnes étaient prévues sur le Puits de la Brême. NM : non mesuré (jaugage non réalisable).

L'interprétation du fonctionnement hydrologique du BV est un préalable nécessaire à l'expertise des données qualité, et par voie de conséquence des pressions qui y sont diagnostiquées.

Outre sur les éléments de contextualisation précédemment indiqués, l'étude hydrologique se base ici aussi sur un table des corrélations entre stations (heatmap) et les coefficients de variations (diagramme radar) afin de déterminer les similarités de dynamiques ; ainsi que sur une approche spatio-temporelle des pertes et apports de débits le long de 5 sous-secteurs du BV (carte page suivante), incluant les parts contributives des afférences investiguées.

Il ne s'agit pas ici d'une étude hydrologique très poussée, mais plutôt d'une exploitation optimisée des données acquises au cours des investigations « qualité » afin de faciliter leur interprétation et expertise.



Carte 31. Délimitation des tronçons de la Brème (destinés à quantifier l'évolution des flux) et des sous-BV topographiques approximatifs incluant les afférences (pointillés).

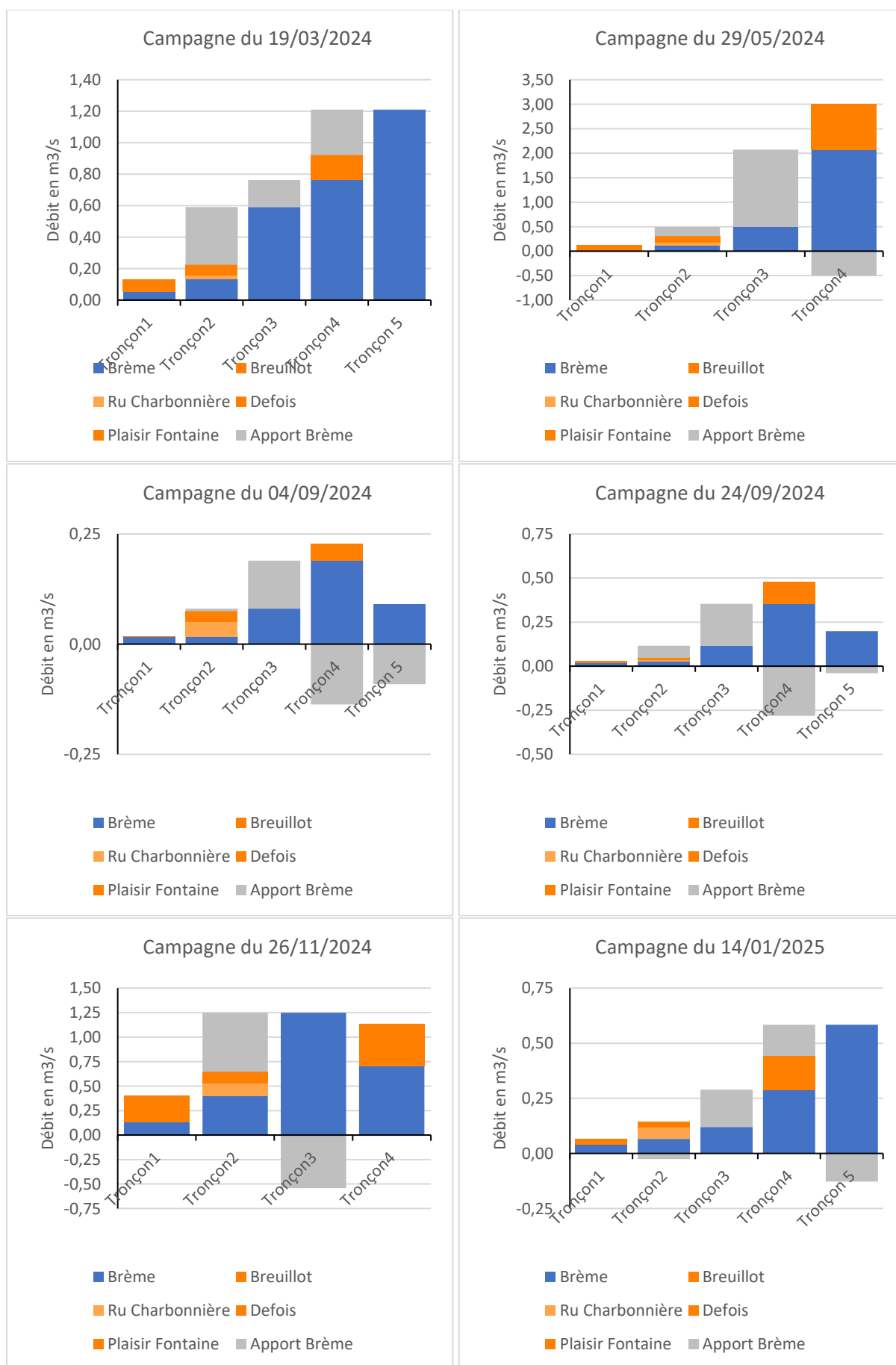


Figure 130. Evolution des débits le long de la Brème avec les apports des affluents sur chaque tronçon.

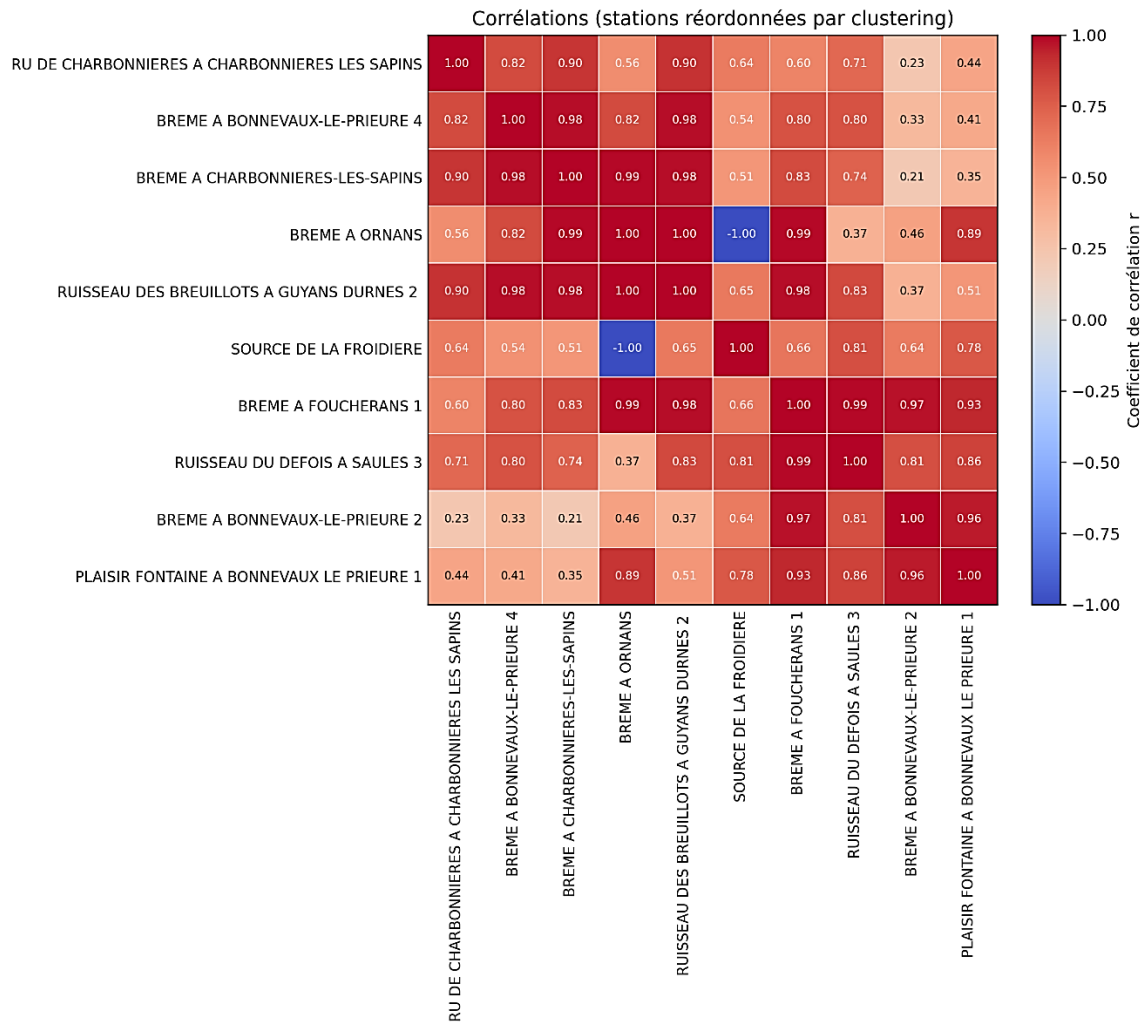


Figure 131. Matrice des corrélations (heatmap) des débits jaugés dans les stations investiguées.

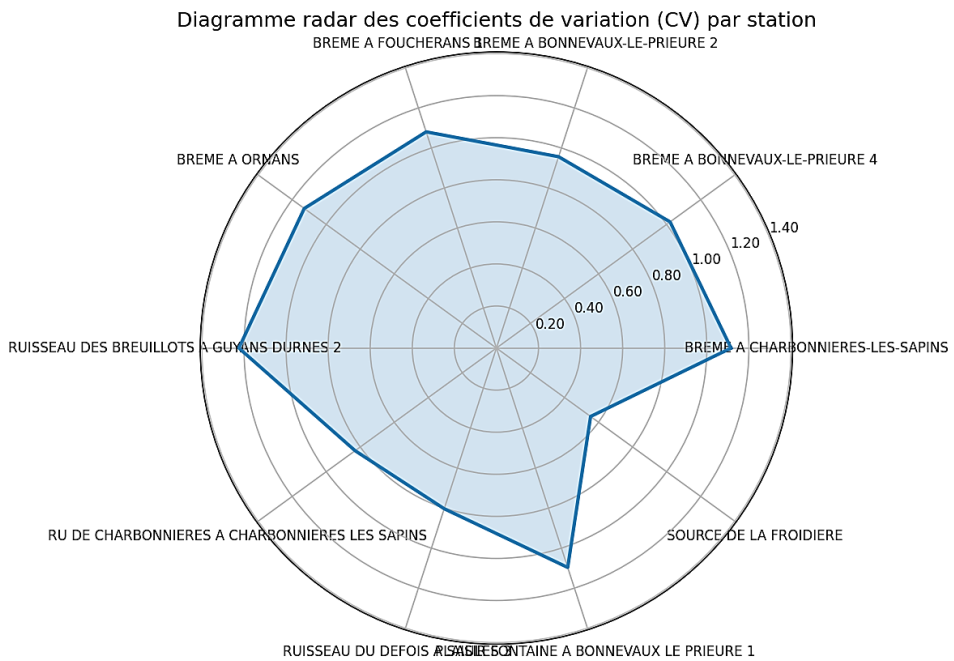


Figure 132. Radar des coefficients de variation des débits jaugés dans les stations investiguées.

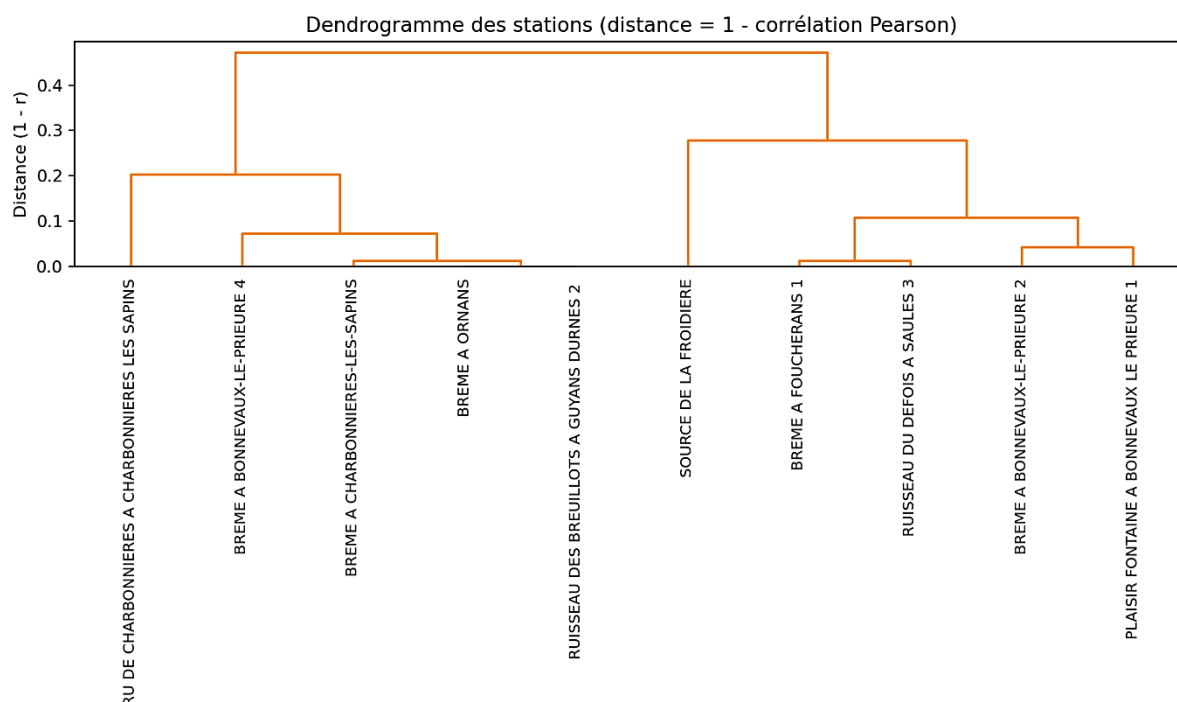


Figure 133. Dendrogramme (basés sur les coef. corrélations de Pearson) associant les stations selon leurs dynamiques hydrologiques.

Malgré le caractère « humide » de la période investiguée, un assec de la fermeture de bassin (Brème à Ornans) fut constaté début septembre (non observé via le réseau ONDE), ainsi qu'un très faible débit (de l'ordre de 1L/s) dans le ruisseau apical des Breuillots. Le caractère intermittent de ces 2 écoulements est ainsi démontré ou fortement suspecté.

De façon plus générale, des coefficients de variations élevés sont observés sur la plupart des stations de la Brème, soulignant ainsi la forte empreinte karstique (forte réactivité) sur l'hydrologie de ce cours d'eau. C'est aussi le cas du ruisseau des Breuillots et du ruisseau de Plaisir Fontaine. A l'inverse, le Ru de Charbonnières et le Ruisseau du Défois s'avèrent disposer d'une hydrologie un peu plus tamponnée, et donc vraisemblablement moins encline à intégrer de vastes surfaces dans le BV hydrogéologique mais au contraire plutôt des pressions « locales ».

L'hydrologie de la source de la Froidière est globalement décorrélée de l'hydrologie de la Brème (la relation négative avec la station à Ornans ne doit pas être sur-interprétée compte tenu des faibles nombres de jaugeages en commun). Ceci illustre des modalités d'alimentation karstique différentes de celles liées à l'hydrographie de la Brème, e.g. via des résurgences issues du « karst profond » vs des karsts plus superficiels pour la Brème. De même les arrivées karstiques en amont de la station patrimoniale décorrèlent l'hydrologie de cette dernière de celle de la partie apicale du BV.

D'après le dendrogramme, en termes de proximité de fonctionnements hydrologiques, on retrouve ainsi des groupements faisant sens en termes d'unités géographiques :

- Secteur apical (ruis. Breuillots, Brème à Charbonnière) et fermeture de bassin (Brème à Ornans) : vulnérabilité aux assèchements et forte empreinte karstique ;
- Secteur médian : corrélation accrue entre l'hydrologie de la station patrimoniale et celle de la source de Plaisir-Fontaine.

Globalement, les débits de la Brème augmentent progressivement le long du linéaire, au moins jusqu'à la fin du tronçon 2, souvent jusqu'à la fin du tronçon 4. Les affluents investigués constituent des apports hydrologiques non négligeables aux tronçons 1, 2 et 4.

Complémentairement, des apports « diffus » sont observés de façon récurrente dans les tronçons 2 et 3, possiblement en lien avec des ruissellements/petites afférences, mais aussi via des « exurgences karstiques médianes » comme tend à l'indiquer la proximité du fonctionnement hydrologique de Plaisir Fontaine (et les restitutions des traçages dans ce secteur...).

Plus en aval, le caractère émissif du tronçon 4, ou au contraire la perte de débit, est intermittent. En revanche, lorsqu'il a pu être évalué, le tronçon 5 s'est avéré au mieux conservatif du débit, et la plupart du temps synonyme de pertes de débits (jusqu'à l'assèchement du cours d'eau).

Par conséquent, les pressions intégrées seront plus ou moins distantes selon les secteurs considérés :

- **Plutôt locales dans la partie apicale du bassin, mais de façon plus chronique/pérenne pour le Ru de Charbonnières et le Ruisseau du Défois ;**
- **Une aire d'alimentation karstique plus étendue dans la partie médiane du BV ;**
- **Un BV très étendu pour les sources « basales » (Maine, Puits de la Brème, Froidière).**

C. État écologique DCE

	BREME A CHARBONNIERES-LES- SAPINS	BREME A BONNEVAUX- LE-PRIEURE 4	BREME A BONNEVAUX- LE-PRIEURE 2	BREME A FOUCHERANS 1	BREME A ORNANS
Code station	06466050	06002155	06466250	06002255	06466450
ETAT ECOLOGIQUE	Moyen	Bon	Moyen	Bon	Bon
Etat Biologique	Moyen	Très bon	Très bon	Très bon	Bon
Diatomées	Bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Macroinvertébrés	Moyen	Très bon	Très bon	Très bon	Bon
Poissons	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Macrophytes	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Eléments physico-chimiques généraux	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
Bilan de l'oxygène	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Bon
Oxygène dissous	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Taux de saturation en O2 dissous	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Bon
Carbone Organique dissous	Non qualifié	Très bon	Très bon	Non qualifié	Non qualifié
DBO5	Non qualifié	Très bon	Très bon	Non qualifié	Non qualifié
Nutriments	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
Ammoniaque-Ammonium	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Nitrites	Non qualifié	Très bon	Très bon	Non qualifié	Non qualifié
Nitrates	Très bon	Bon	Bon	Bon	Bon
Orthophosphates	Très bon	Bon	Bon	Bon	Très bon
Phosphore total	Bon	Bon	Bon	Bon	Très bon
Acidification	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
Température	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Polluants spécifiques	Moyen	Non qualifié	Moyen	Non qualifié	Bon
Polluants synthétiques	Moyen	Non qualifié	Moyen	Non qualifié	Bon
Polluants non synthétiques	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié

	RUISSEAU DES BREUILLOTS A GUYANS DURNES 2	RU DE CHARBONNIERES A CHARBONNIERES LES SAPINS	RUISSEAU DU DEFOIS A SAULES 3	PLAISIR FONTAINE A BONNEVAUX LE PRIEURE 1	SOURCE DE LA FROIDIERE
Code station	06002265	06002175	06002460	06401130	06002318
ETAT ECOLOGIQUE	Médiocre	Moyen	Mauvais	Bon	Non qualifié
Etat Biologique	Médiocre	Moyen	Mauvais	Bon	Non qualifié
Diatomées	Très bon	Très bon	Moyen	Très bon	Non qualifié
Macroinvertébrés	Médiocre	Moyen	Mauvais	Bon	Non qualifié
Poissons	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Macrophytes	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Eléments physico-chimiques généraux	Bon	Moyen	Moyen	Bon	Moyen
Bilan de l'oxygène	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Moyen
Oxygène dissous	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Bon
Taux de saturation en O2 dissous	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Moyen
Carbone Organique dissous	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
DBO5	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Nutriments	Bon	Moyen	Moyen	Bon	Bon
Ammoniaque-Ammonium	Très bon	Bon	Bon	Très bon	Bon
Nitrites	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Nitrates	Bon	Bon	Bon	Bon	Très bon
Orthophosphates	Bon	Moyen	Bon	Très bon	Bon
Phosphore total	Bon	Moyen	Moyen	Très bon	Bon
Acidification	Bon	Bon	Bon	Très bon	Très bon
Température	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Polluants spécifiques	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Moyen	Non qualifié
Polluants synthétiques	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Moyen	Non qualifié
Polluants non synthétiques	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié

Tableau 100. Synthèse des états écologiques DCE partiels des stations investiguées en 2024.

L'état écologique de la Brème (évaluation partielle sur la base des seuls éléments mesurés en 2024, hormis pour la station patrimoniale 06466250 qui bénéficie d'une évaluation récurrente et pérenne) est déclassé en un état moyen dans sa partie apicale et au niveau de la station patrimoniale en raison de la contamination par les polluants spécifiques (et en sus en raison de l'état macrobenthique dans la partie apicale). Les 3 autres stations de la Brème maintiennent un classement en « bon état » (pour rappel, évaluation DCE partielle).

Les états des afférences sont pour leur part au moins autant sinon davantage altérés, en raison de la forte dégradation de la qualité physico-chimique et/ou biologique, avec une diversité de paramètres concernés (matières nutritives, pollution organique, micropolluants). Les chapitres suivants détaillent plus précisément ces premiers constats.

D. Température et pression organique

En 2024, 6 campagnes de prélèvements physico-chimiques ont été réalisées sur un nombre de paramètres restreints : paramètres azotés (NH_4 , NO_3 , NTK), paramètres phosphorés (PO_4 , Ptot) et MES. Les données antérieures ne portent que sur 2 stations : la BREME A BONNEVAUX-LE-PRIEURE 2 (06466250, station du réseau patrimonial) et PLAISIR FONTAINE A BONNEVAUX LE-PRIEURE 1 (06401130).

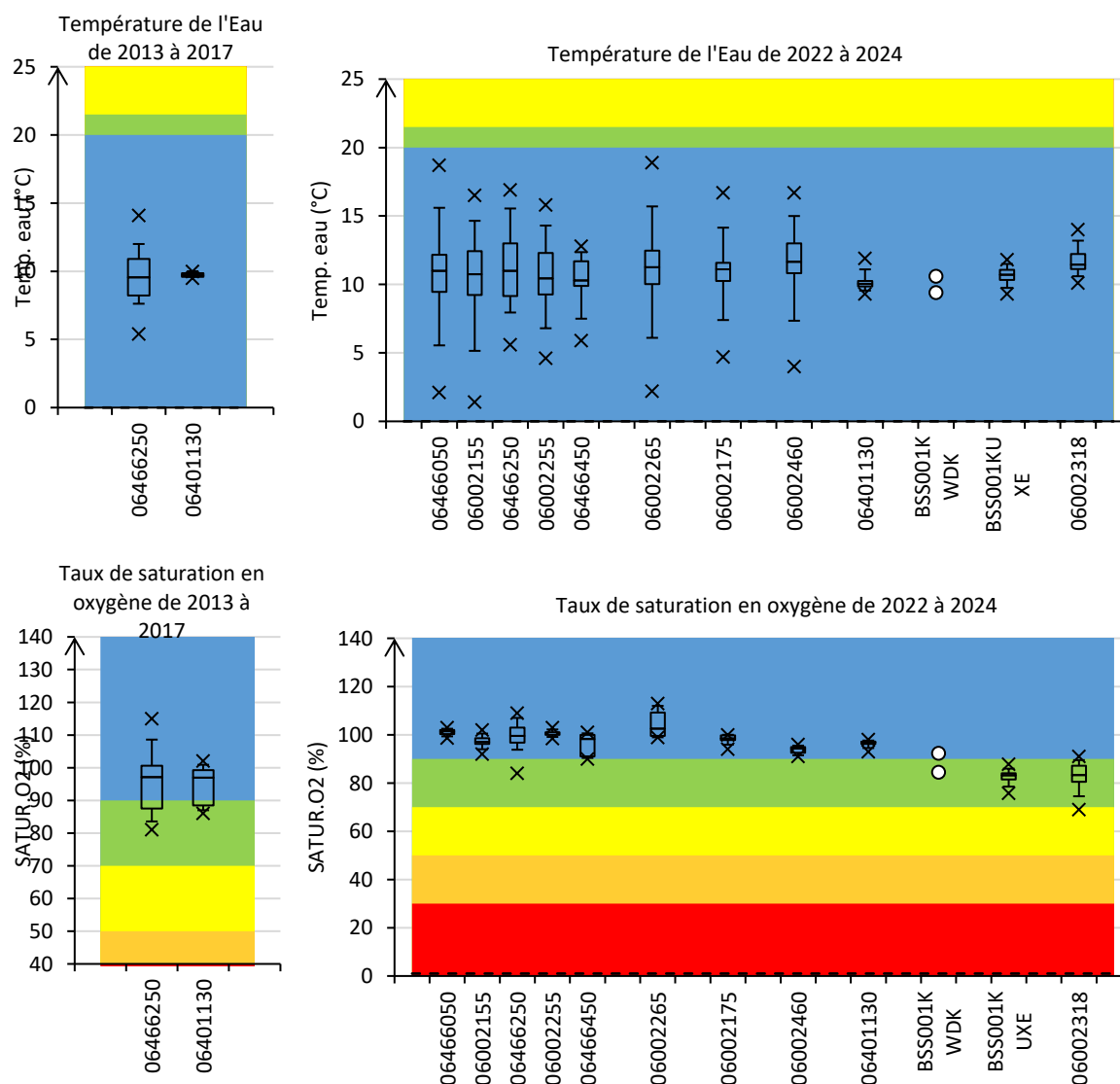


Figure 134. Comparaison des variabilités de la température de l'eau (mesures ponctuelles) et de la saturation en oxygène dissous dans les stations investiguées lors des 2 suivis.

La thermie est globalement homogène et peu contraignante pour l'hydro-écologie du BV, en notant cependant que la période investiguée (2024) fut caractérisée par une hydrologie soutenue (absence d'étiage marquée) et par l'absence de canicule. On constate toutefois le cas particulier du rafraîchissement de l'eau de la Brème en fermeture de bassin, lié à la résurgence des Puits de la Brème plus en amont.

L'oxygénation du milieu est elle aussi non limitante pour la qualité écologique du milieu, les moindres saturations (relatives) étant localisées aux points les plus proches ou soumis à l'influence des résurgences karstiques.

Outre la station patrimoniale BREME A BONNEVAUX-LE-PRIEURE 2 (06466250) suivie de façon récurrente, les paramètres liés à la pression organique (DBO5, COD, DCO) ont été conjointement analysés dans la station PLAISIR FONTAINE A BONNEVAUX LE PRIEUR 1 (06401130) en 2013-2017 et dans la station BREME A BONNEVAUX-LE-PRIEURE 4 (06002155) en 2024.

Ces informations disparates ne permettent pas de conclure quant à une hiérarchisation de la pression organique entre ces stations, ni à la mise en évidence de façon ostensible quant à la prévalence d'une pollution de ce type dans les stations investiguées.

Similairement, une plus forte prévalence de MES est mesurée dans les ruisseaux des Breuillots et du Défois, et secondairement dans la moitié aval de la Brème, mais davantage liée à l'hydrologie et/ou la morphologie de ces hydrosystèmes, qu'à une corrélation ostensible avec la qualité de l'eau.

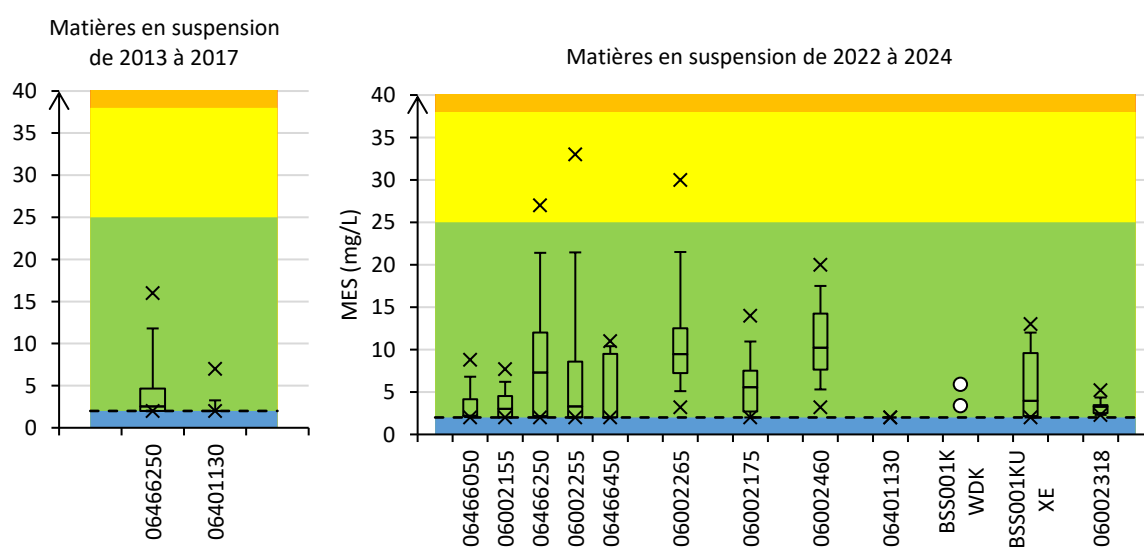


Figure 135. Variabilité des teneurs en matières en suspension lors des 2 périodes de suivis.

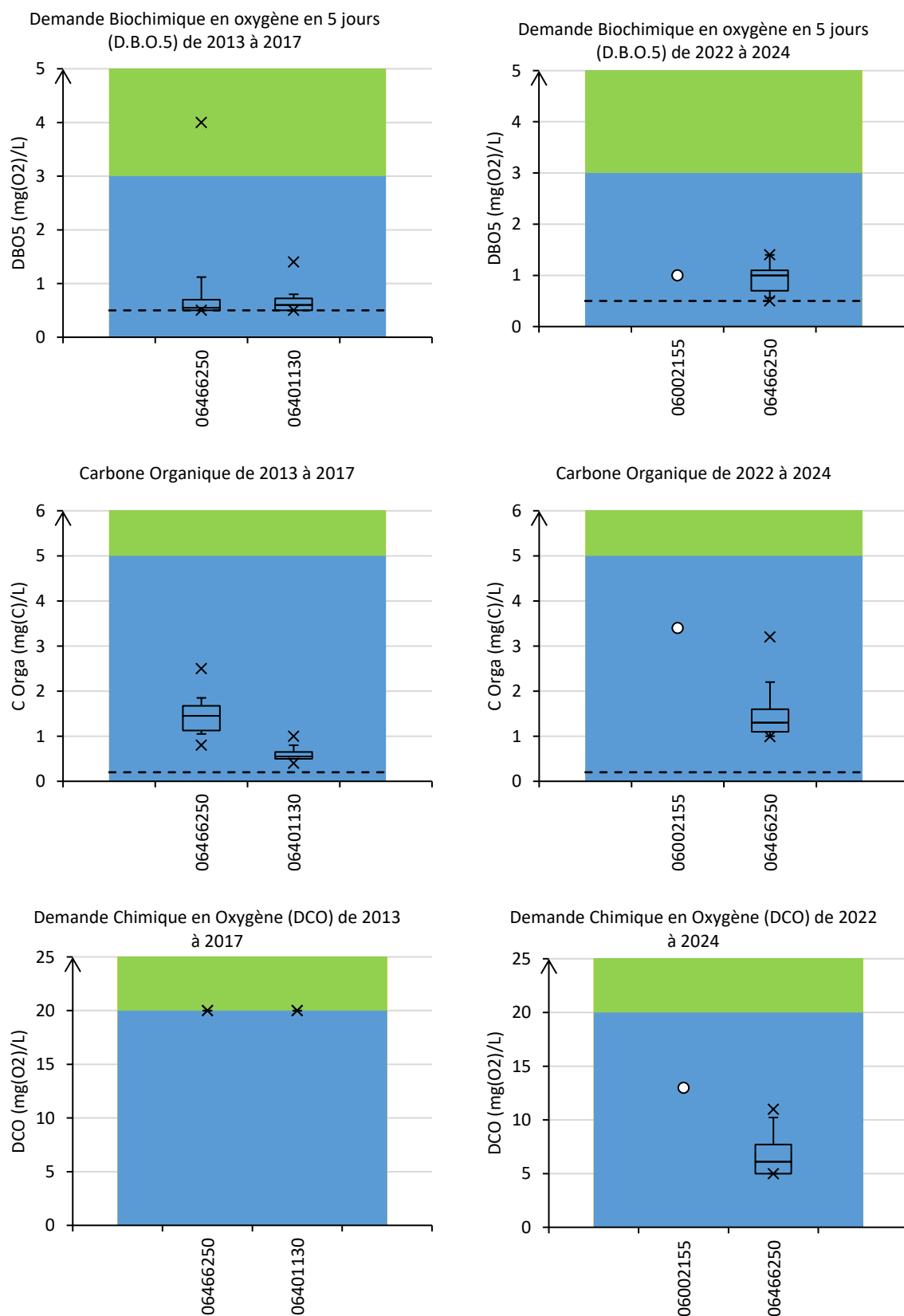


Figure 136. Comparaison des variabilité des indicateurs de pression organique dans les stations investiguées lors des 2 périodes de suivis.

E. Trophie

1. Matières phosphorées

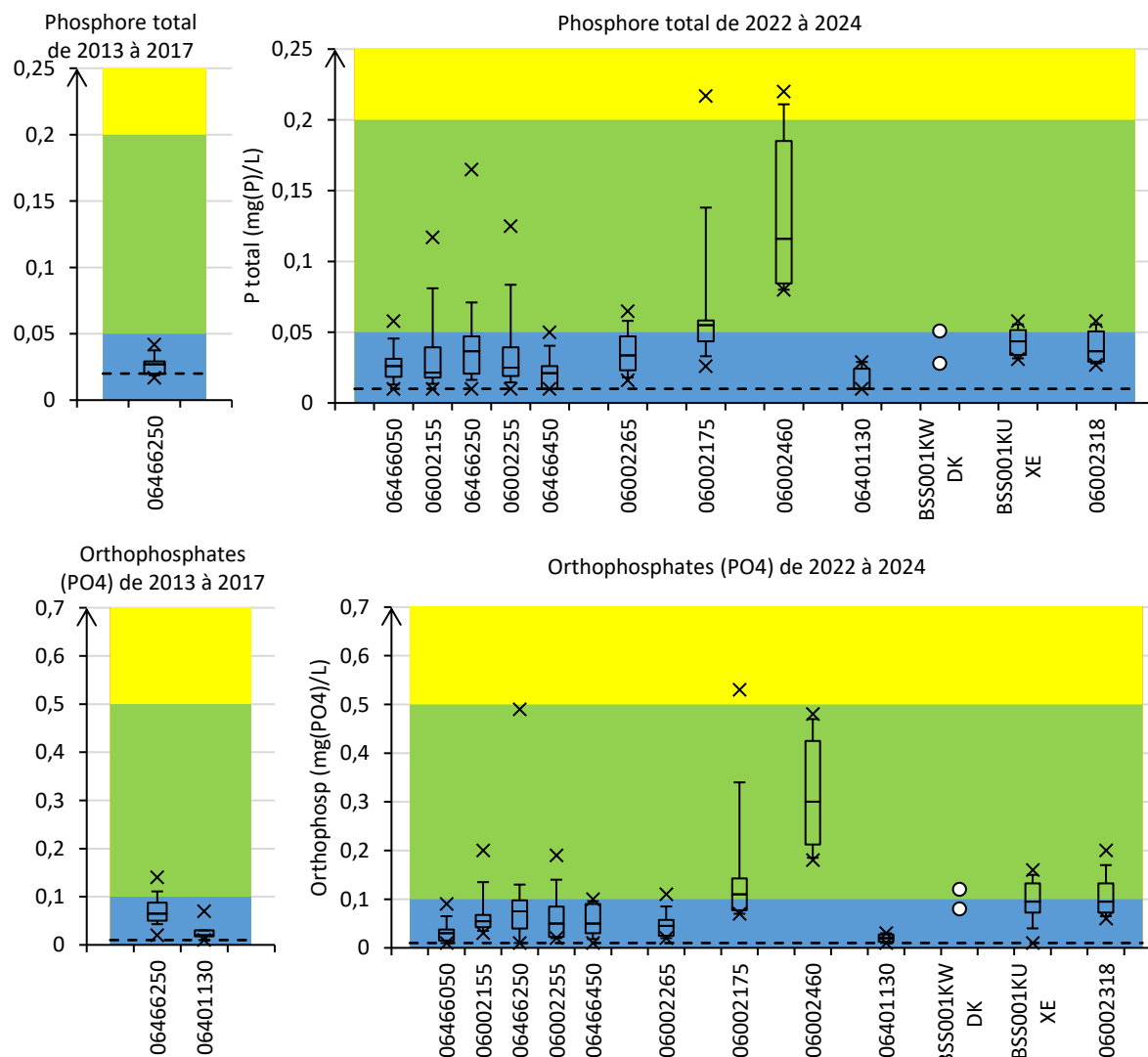


Figure 137. Variabilité des teneurs en matières phosphorées lors des 2 périodes de suivis. Pointillés : limite de quantification.

Les dynamiques spatiales et temporelles en teneurs en orthophosphates et en phosphore total sont étroitement corrélées dans ce BV, indiquant ainsi une typologie de contamination relativement homogène dans le BV, en l'occurrence s'orientant principalement vers une origine domestique *lato sensu* (rejets urbains et/ou agro-industriels).

La dystrophie phosphorée dans la Brème *sensu stricto* est plutôt diffuse, modérée mais chronique, et tend à croître longitudinalement jusqu'à la station médiane (06466250, station patrimoniale), puis à décroître très progressivement en direction de la fermeture de bassin.

Parmi les affluents, le ruisseau de Plaisir-Fontaine s'avère être plutôt davantage préservé de cette contamination par les matières phosphorée que le reste du BV.

En revanche, les résurgences karstiques des Puits de la Brème (BSS001KW), du Maine (BSS001KUXE) et la source de la Froidière (06002318) présentent une dystrophie phosphorée chronique et plutôt homogène se

situant à une intensité légèrement supérieure à ce qui est observé dans la Brème. Il en est de même pour la station RUISSEAU DES BREUILLOTS A GUYANS DURNES 2 (06002265).

Enfin, les plus fortes contaminations, récurrentes, en matières phosphorées sont mesurées au niveau du RU DE CHARBONNIERES A CHARBONNIERES LES SAPINS (06002175) et plus encore au niveau de la station RUISSEAU DU DEFOIS A SAULES 3 (06002460).

Ces plus fortes dystrophies phosphorées coïncident avec la proximité de plusieurs rejets domestiques : il s'agit donc ici selon toute vraisemblance de l'impact direct des multiples rejets domestiques de Charbonnières-les-Sapins (sur le ruisseau éponyme) et de Saules sur le Ruisseau du Défois, avec à chaque fois une capacité de dilution limitée des milieux récepteurs.

Ces 2 ruisseaux confluent avec la Brème entre les stations apicales 06466050 et 06002155 où la pression phosphorée croît légèrement. L'accroissement supplémentaire mesurée sur le tronçon de la Brème plus en aval, au niveau de la station patrimoniale 06466250, pourrait correspondre pour sa part à la contamination additionnelle qui émanerait des infiltrations depuis les filtres plantés de roseaux pour l'épuration des rejets domestiques de Bonnevaux-le-Prieuré (localisés sur les hauteurs immédiates de ce tronçon de la Brème).

Les niveaux de bruits de fonds plutôt élevés et homogènes des eaux karstiques « profondes » au niveau des exurgences basales du Maine, des Puits de la Brème et de la Froidière pourraient pour leur part correspondre à une intégration plus large des multiples pressions domestiques (et agro-alimentaires) émanant des divers rejets domestiques plus éloignés sur le BV hydrogéologique, dont certaines potentiellement massives : Valdahon, Epenoy, Vercel-Villedieu-le-Camp...

L'étude des flux en phosphore entre points investigués permet de préciser quelles sont les parts contributives des différents secteurs du BV quant à la dystrophie de la Brème, les éventuels processus d'auto-épuration opérant le long du linéaire, ainsi que les éventuelles différences de dynamiques entre campagnes. Par exemple, est-ce que les plus fortes pollutions phosphorées dans les Rus de Charbonnières et du Défois sont-elles suffisamment « quantitatives » pour significativement impacter la qualité de la Brème ?

		FLUX EN PHOSPHORE TOTAL en mg/s					
		19/03/2024	29/05/2024	04/09/2024	24/09/2024	26/11/2024	14/01/2025
Tronçon 1	6002265	2,7	2,3	0,03	0,3	17,8	0,4
	6466050	4,4	3,1	0,4	0,4	23,2	0,7
Tronçon 2	6002175	0,96	3,3	7,2	0,4	7,3	1,4
	6002460	5,4	26,01	5,4	1,7	9,6	2,6
Tronçon 3	6002155	13,0	8,4	9,4	2,4	56,2	1,2
	6466250	35,9	41,4	8,7	11,3	31,0	2,9
Tronçon 4	6401130	1,6	9,4	1,1	1,3	12,5	1,5
	6002255	37,5	47,8	1,7	24,8		5,8
Tronçon 5	6466450				1,6		9,6

Tableau 101. Flux en phosphore total par campagne dans les stations de la Brème jusqu'à la Brème à Ornans en incluant les affluents. Les stations sont listées d'amont en aval en partant de l'affluent des Breuillots. Pas de mesure de débit sur la station 6002255 lors de la campagne du 26/11/2024.

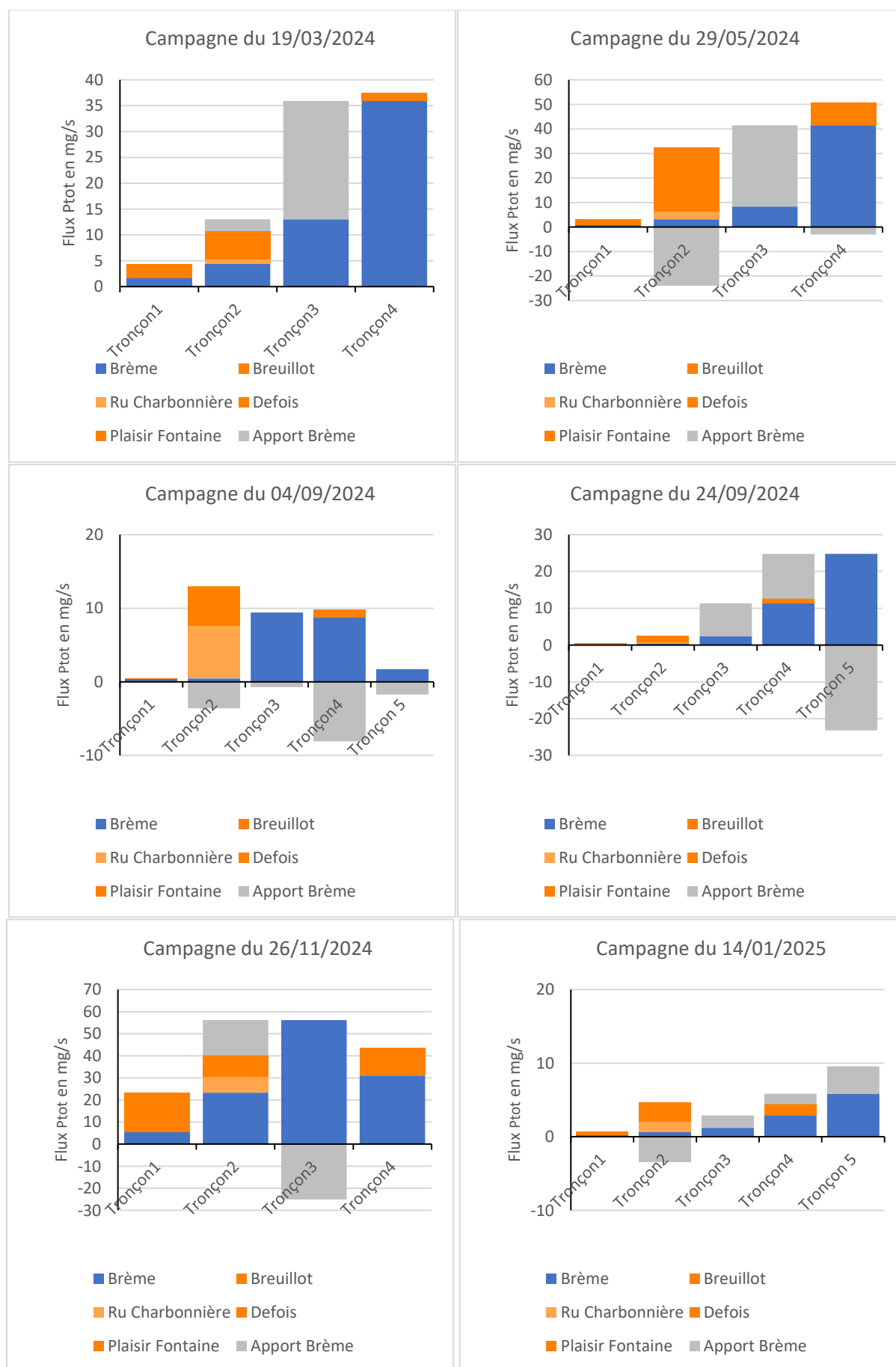


Figure 138. Evolution des flux en phosphore le long de la Brème avec les apports des affluents sur chaque tronçon.

Les flux en phosphore générés par le ruisseau du Défois (et donc la STEU de Saules) constituent une part élevée de ceux transitant plus globalement dans la Brème, avec cependant de fortes variations selon les campagnes. Les parts contributives des autres affluents s'avèrent aussi ponctuellement très significatives : Ruisseau des Breuillots (contribution élevée en fortes eaux en lien avec la réactivité de ce cours d'eau, Etang des Durgeons, Etalans ?), Ru des Charbonnières (surtout en basses eaux, moindre dilution du rejet de Charbonnière-les-Sapins), Plaisir Fontaine (impact secondaire).

Concernant la Brème *sensu stricto*, la diminution récurrente de flux en phosphore le long du tronçon 2 ne peut être imputée à une perte de débit. Il s'agit donc là plutôt d'un process d'auto-épuration opérant dans ce tronçon, mais partiel et plutôt ostensible lors des plus basses eaux et donc des plus faibles flux (exception de la campagne de mai 2024).

Au niveau du tronçon 3, la dynamique est aussi relativement complexe :

- la plupart du temps « émissif » en phosphore, cela plaide donc en faveur de l'hypothèse d'une contamination récurrente depuis la station d'épuration de Bonnevaux localisée sur les hauteurs. Cela est moins ostensible en basses eaux (septembre 2024), vraisemblablement en raison de transferts moindres/absents depuis cette STEU dans ce contexte hydrologique.
- La diminution du flux constatée en novembre 2024 s'inscrit pour sa part en lien direct avec la perte de débit (donc sans mise en évidence d'une auto-épuration).
- Cependant, l'intégration karstique plus large de la Brème dans ce secteur peut aussi expliquer ces dynamiques de flux en phosphore ; la question posée est alors : quelle est la part contributive des infiltrations (et donc des flux en phosphore) depuis les filtres plantés de Bonnevaux dans ces apports diffus ?

Dans le tronçon 4, l'apport en phosphore via le ruisseau de Plaisir-Fontaine est récurrent mais secondaire par rapport à ce qui transite dans la Brème. Les fluctuations des augmentations ou diminutions du flux en phosphore intrinsèques à ce linéaire de la Brème peuvent paraître parfois proportionnellement conséquentes, mais néanmoins quantitativement généralement faibles (<10mg/L).

L'évaluation des flux opérant dans le tronçon distal N°5 s'avère délicate à appréhender du fait soit de débits non mesurables (car trop élevés), soit d'un assèchement total du lit (et donc d'infiltration de la totalité des flux en matières nutritives). On constate toutefois une quasi-disparition du flux en phosphore le 24/09/2024 (alors que la perte de débit est minime : forte auto-épuration), et à l'inverse un accroissement (quantitativement modéré) de ce flux le 14/01/2025 alors que là aussi une perte de débit est pourtant observée. Bien qu'émissifs et échantillonnés extemporanément, la part contributive des Puits de la Brème à cette dernière augmentation (modérée) du flux ne peut être évaluée car le débit était alors non jaugeable au niveau de cette exurgence.

En synthèse de cette approche par flux, il apparaît donc des phénomènes aux dynamiques complexes intrinsèquement liés au fonctionnement hydrologique du BV.

Il est toutefois avéré que les apports en phosphore provenant des 3 afférences apicales s'avèrent quantitativement significatives, de façon récurrente en ce qui concerne le Ruisseau du Défois (et donc la STEU de Saules). D'autres flux relativement élevés interviennent dans le tronçon 3, i.e. à proximité de la STEU de Bonnevaux-le-Prieuré, bien que d'autres co-contaminations karstiques ne puissent y être exclues.

Enfin, l'auto-épuration en matières phosphorées (non imputable à des pertes de débits) s'avère être un phénomène principalement localisé dans le tronçon 2 (i.e. là où les plus forts apports sont mesurés). Ce phénomène a aussi été mis en évidence de façon plus épisodique dans le tronçon distal.

PARAMETRE	TYPE DE RUPTURE	DATE DE RUPTURE	P-VALEUR RUPTURE	MOYENNE AVANT	MOYENNE APRES	P-VALEUR MOYENNES
ORTHOPHOSPHATES (PO4)	Buishand	18/05/2021	0,039	0,07	0,11	0,035
ORTHOPHOSPHATES (PO4)	CUSUM	18/05/2021	0,043	0,07	0,11	0,046

Tableau 102. Synthèse des résultats statistiques significatifs relatives aux ruptures dans la chronique des concentrations en matières phosphorées dans la station patrimoniale 06466250.

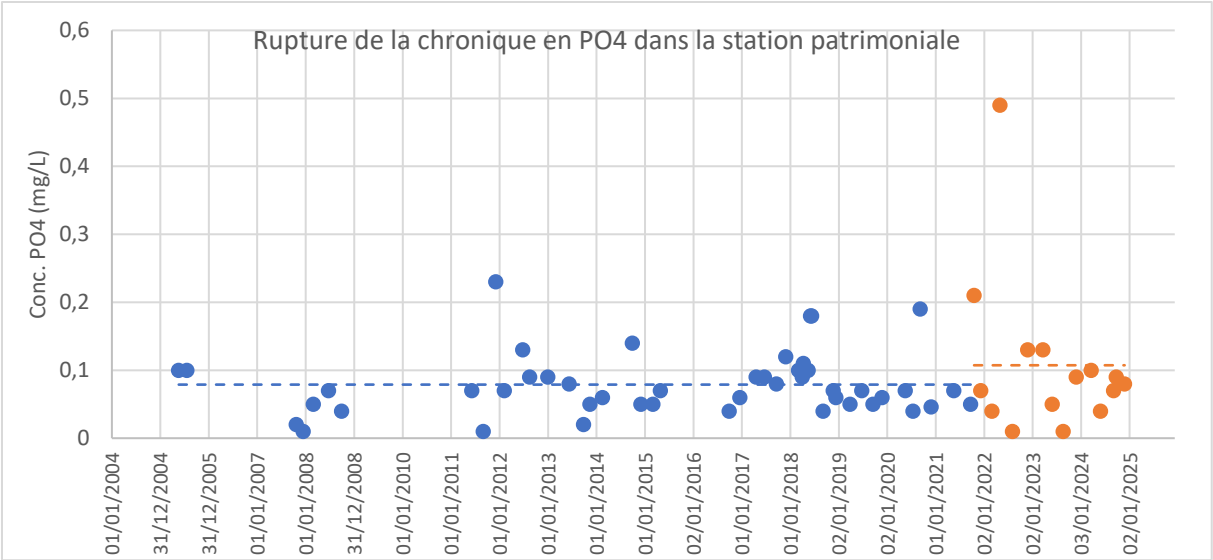


Figure 139. Chronique des concentrations en orthophosphates dans la station patrimoniale 06466250. Bleu : avant rupture statistique (pointillés : moyenne). Orange : après rupture statistique (pointillés : moyenne).

Les investigations statistiques indiquent une rupture significative aux environs du mois de mai 2021, selon 2 des 4 approches testées et uniquement pour les orthophosphates (non significatif pour le phosphore total). Les comparaisons avant/après rupture indiquent que seule la moyenne (et pas la tendance) s’avère significativement différente avant/après rupture.

En l’occurrence, il s’agit du passage d’une moyenne de 0,079 à 0,107 mg/L. On constate toutefois que cet accroissement de la moyenne est fortement influencé par le pic du 02/05/2022 à 0,49 mg/L. En excluant cet output, la moyenne « post-rupture » serait de 0,080 mg/L, i.e. très proche de celle « avant-rupture ».

Par conséquent, en considérant ces différents éléments, on ne peut conclure à une évolution ostensible de la pression phosphorée dans la station patrimoniale au cours des 2 dernières décennies, si ce n’est un pic « hors norme » le 02/05/2022.

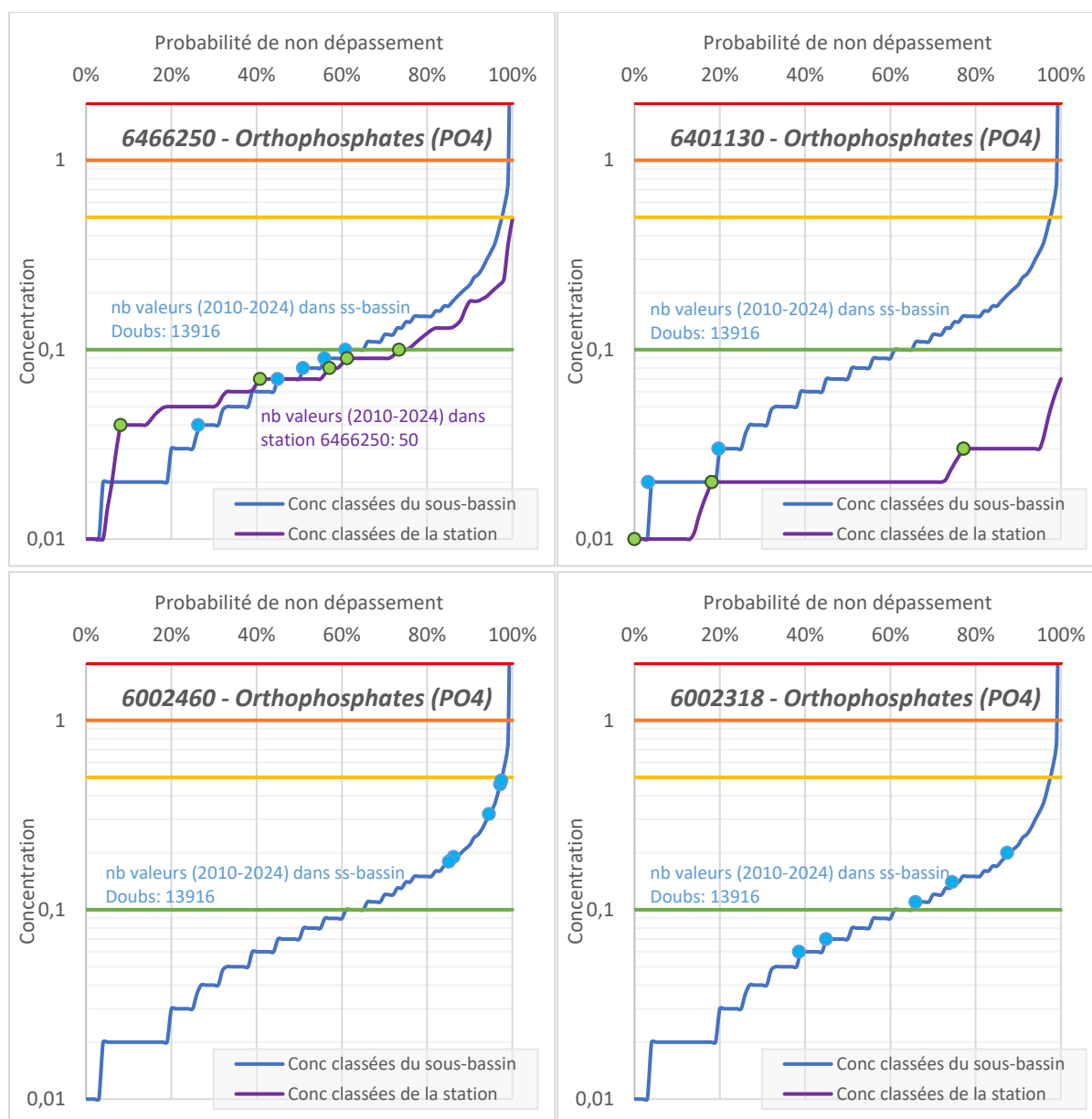


Figure 140. Probabilités d’observer les concentrations 2024 en orthophosphates (points) par rapport à ce qui est habituellement observé dans la station (courbe violette, lorsqu’un historique est disponible) et plus globalement dans le bassin hydrographique du Doubs (courbe bleue).

En haut à gauche : la Brème à Bonnevaux-le-Prieuré (station patrimoniale). En haut à droite : ruisseau de Plaisir-Fontaine. En bas à gauche : ruisseau du Défois ; en bas à droite : source de la Froidière.

En relativisant ces observations par rapport aux dystrophies phosphorées plus globalement mesurées dans l’ensemble du bassin hydrographique du Doubs, on constate que :

- La station patrimoniale 06466250 s’inscrit dans un niveau de contamination relativement représentatif du BV du Doubs (quoiqu’un peu plus tamponné) ;
- Le ruisseau de Plaisir-Fontaine figure parmi les milieux les plus préservés de ce bassin vis-à-vis de cette pression phosphorée (concentrations de 2024 parmi les 20% les plus faibles du bassin) ;
- Le ruisseau du Défois figure à l’inverse parmi les milieux les moins préservés de ce bassin vis-à-vis de cette pression phosphorée (concentrations de 2024 parmi les 15% les plus élevées du bassin) ;
- La source de la Froidière est plutôt davantage polluée par les orthophosphates que le reste du bassin ; les concentrations 2024 correspondent à une probabilité de non dépassement comprise entre 38,6% et 87,4%.

2. Matières azotées

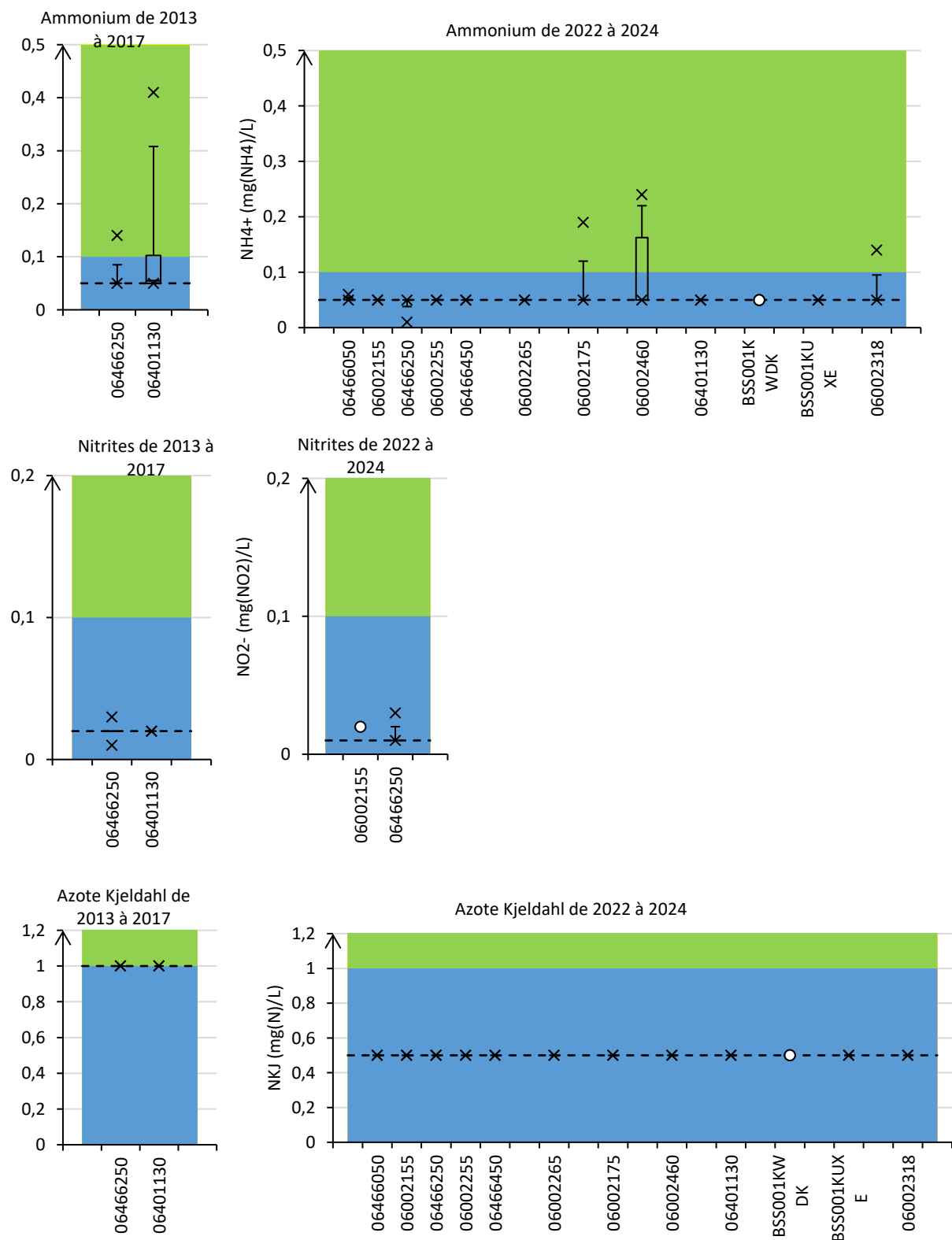


Figure 141. Variabilité des teneurs en matières azotées (hors nitrates) lors des 2 périodes de suivis. Pointillés : LQ.

Il n'est pas constaté de pression azotée (hors nitrates) majeure sur le BV, tout au plus une vulnérabilité ponctuelle à une contamination par l'ammonium des Rus de Charbonnières et du Défois, et de la source de la Froidière (en cohérence avec les plus fortes pressions phosphorées qui y sont constatées). Par conséquent, la pression

assainissement se traduit dans ce BV principalement par une pression phosphorée, et très secondairement par une pression ammoniacuée (les nitrites ont été peu investigués).

En revanche, concernant le ruisseau de Plaisir-Fontaine, on constate une nette diminution (en-deçà de la LQ en 2024) de la contamination par l'ammonium. Pour rappel, la pression phosphorée y était initialement faible et inchangée en 2024. Ce phénomène peut s'expliquer par l'amélioration des performances de la STEU d'Etalans dont les rejets communiquent avec cette exsurgence. En outre, il est à noter que le positionnement de cette station est localisé en amont de la pisciculture, donc sans considérer l'éventuel impact de cette activité sur les pressions trophiques.

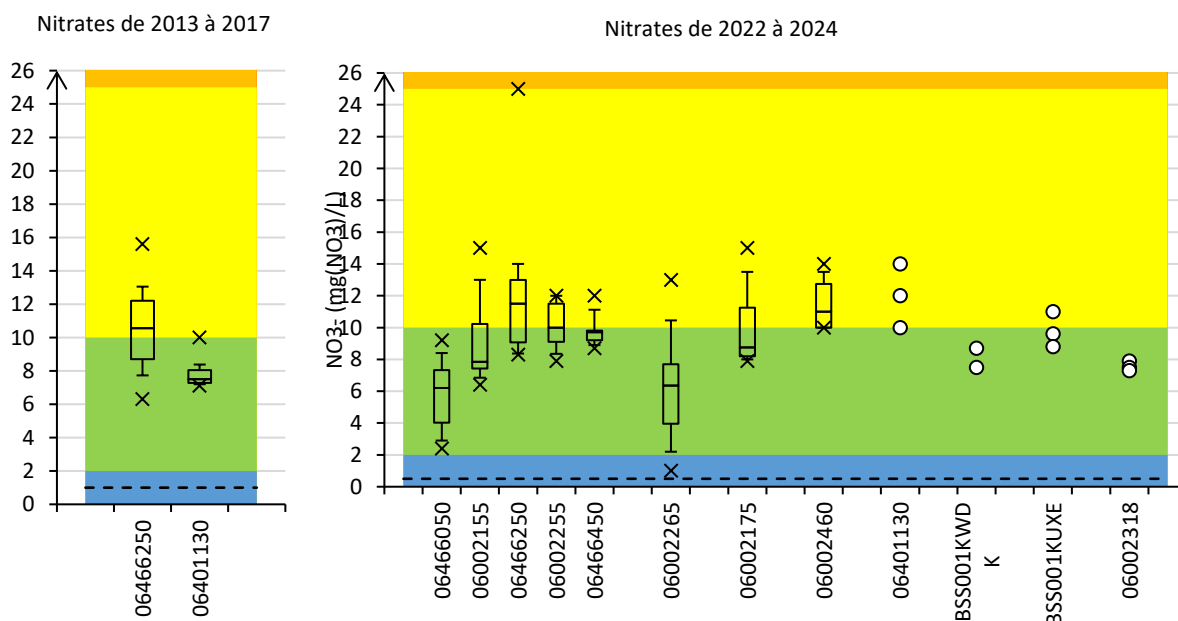


Figure 142. Variabilité des teneurs en nitrates lors des 2 période de suivis. Pointillés : limite de quantification.

La pollution du BV de la Brème par les nitrates présente une structuration géographique relativement marquée :

- Contamination modérée du secteur apical : Brème à Charbonnières-les Sapin et Ruisseau des Breuillots ;
- Contamination moyenne à élevée dans les autres affluents plus en aval : ru des Charbonnières, Ruisseau du Défois et de Fontaine-Plaisir ;
- Accroissement longitudinale de la pollution jusqu'à la station patrimoniale à Bonnevaux-le-Prieuré, puis auto-épuration très partielle jusqu'à la fermeture de bassin ;
- Niveau de contamination « intermédiaire » des exsurgences karstiques (Maine, Puits Brème, Froidière).

		FLUX EN NITRATES en mg/s					
		19/03/2024	29/05/2024	04/09/2024	24/09/2024	26/11/2024	14/01/2025
Tronçon 1	6002265	434,0	387,3	0,5	135,7	2164,0	190,8
	6466050	784,7	405,4	40,9	256,1	3044,9	430,1
Tronçon 2	6002175	194,4	524,1	499,2	78,0	980,9	446,1
	6002460	672,0	1673,9	291,8	130,0	1203,2	376,3
Tronçon 3	6002155	3782,4	3598,9	1209,6	1276,0	9734,4	950,5
	6466250	6417,6	20706,0	2462,7	3891,8	6347,5	2892,8
Tronçon 4	6401130	1224,6	9430,8	460,8	1770,2	3882,2	1382,4
	6002255	9559,0	25160,4	1090,6	2380,3		5836,8
Tronçon 5	6466450				1907,0		4192,3

Tableau 103. Flux en nitrates par campagne dans le BV de la Brème. Les stations sont listées d'amont en aval. Cellule barrée : pas de mesure de débit et donc de calcul de flux.



Figure 143. Evolution des flux en nitrates le long de la Brème avec les apports des affluents sur chaque tronçon.

Les flux en nitrates témoignent aussi d’une contamination croissante le long du linéaire de la Brème, quantitativement faible dans le secteur apical, puis généralement progressive jusqu’au tronçon 4.

Si les différentes afférences (dont Plaisir-Fontaine) constituent des contributeurs importants quant à ces flux, on constate aussi que les arrivées diffuses au niveau du tronçon 3 sont aussi fortement impactantes.

PARAMETRE	TYPE DE RUPTURE	DATE DE RUPTURE	P-VALEUR RUPTURE	MOYENNE AVANT	MOYENNE APRES	P-VALEUR MOYENNES
NITRATES	Pettitt	10/12/2018	0,004	10,6	13,8	0,005
NITRATES	Buishand	10/12/2018	0,007	10,6	13,8	0,007
NITRATES	CUSUM	10/12/2018	0,005	10,6	13,8	0,003
NITRATES	PELT	10/12/2018	0,009	10,6	13,8	0,003

Tableau 104. Synthèse des résultats statistiques significatifs relatives aux ruptures dans la chronique des concentrations en nitrates dans la station patrimoniale 06466250.

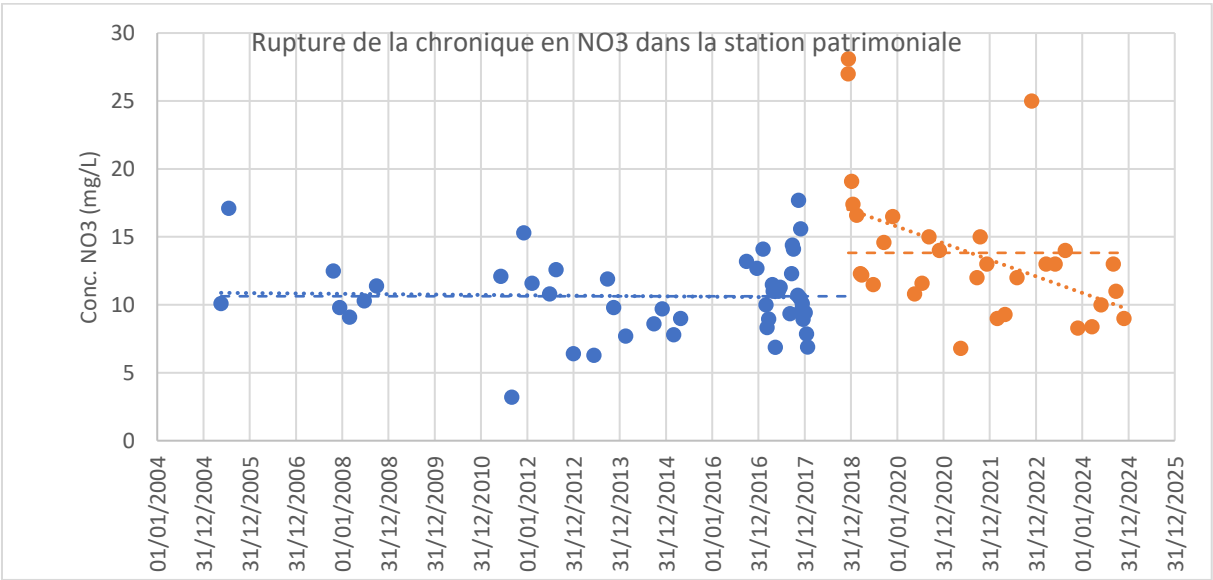


Figure 144. Chronique des concentrations en nitrates dans la station patrimoniale 06466250. Bleu : avant rupture statistique (tirets : moyenne ; pointillés : tendance linéaire). Orange : après rupture statistique (pointillés : moyenne ; pointillés : tendance linéaire).

Les 4 tests de ruptures convergent pour indiquer une modification (statistiquement significative) dans la chronique des concentrations en nitrates dans la Brème à Bonnevaux-le-Prieuré aux environs de décembre 2018. Les moyennes et les tendances sont statistiquement significativement différentes avant / après rupture : d’une moyenne stable et inférieure à 10 mg/L jusqu’en 2018, on passe depuis à une moyenne plus élevée (+ 3,2 mg/L) mais en décroissance.

Des pics de lessivages mesurés en fin d’année 2018 puis fin 2022 (conséquences des sécheresses historiques), ont contribué à cette augmentation de la moyenne, puis à la tendance négative qui opère depuis. Néanmoins, en supprimant ces 3 outputs (≥25 mg/L), la moyenne demeure encore plus élevée de +1,8 mg/L après rupture (12,4 mg/L), soulignant ainsi le caractère non ponctuel de cette rupture, mais au contraire son inscription dans un contexte de mutation climatique plus profond et pérenne. En outre, un contexte concomitant favorable à une intensification des pratiques agricoles est lui aussi susceptible de contribuer à ce phénomène.

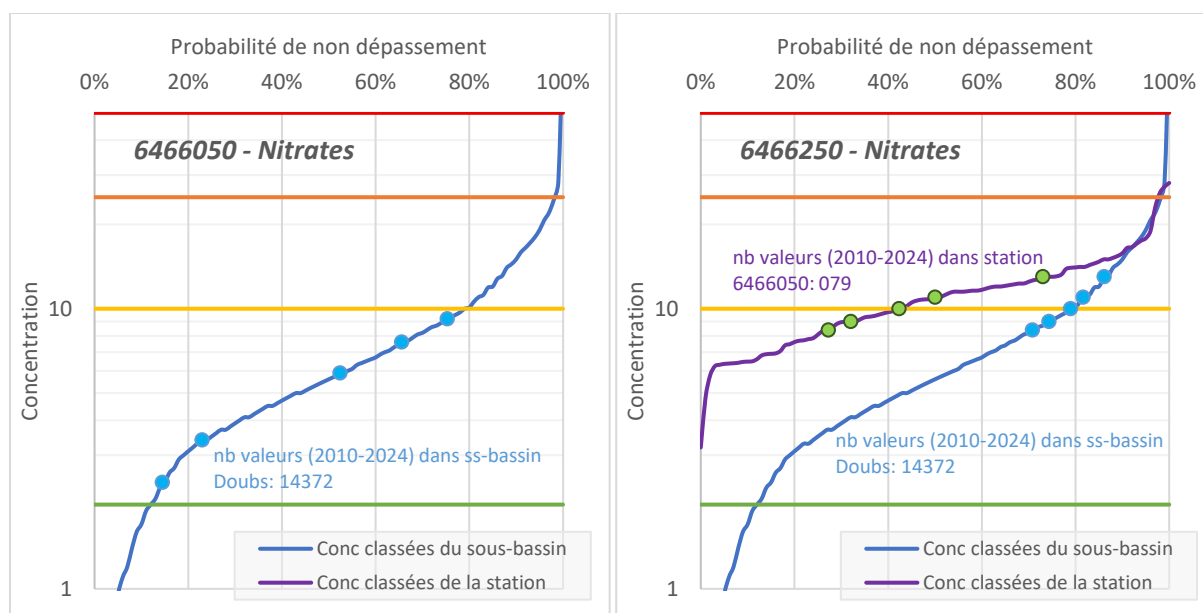


Figure 145. Probabilités d’observer les concentrations 2024 en nitrates (points) par rapport à ce qui est habituellement observé dans la station (courbe violette, lorsqu’un historique est disponible) et plus globalement dans le bassin.
A gauche : la Brème à Charbonnières les Sapins. A droite : la Brème à Bonnevaux-le-Prieuré (station patrimoniale).

En relativisant ces observations à ce qui est plus globalement mesuré dans l’ensemble du bassin hydrographique du Doubs, on constate que ce paraît être ici comme les stations les plus préservées figure plutôt dans une gamme de valeurs « moyennes » (concentrations 2024 en nitrates de la station apicale 06466050 avec une fréquence de non dépassement comprise entre 15% et 75%). En revanche, les concentrations 2024 en nitrates de la station patrimoniale 06466250 (représentatives de ce qui y habituellement mesuré) figurent parmi les 14% à 30% les plus élevées du bassin.

F. Pesticides et autres micropolluants, métaux lourds

1. Pesticides

Les substances micropolluantes et métaux lourds ont été investigués sur 3 stations : la Brème à Charbonnières-les-Sapins, la Brème à Ornans et la Résurgence du Maine, lors de 6 campagnes sur eau et 1 campagne sur sédiment.

Les autres stations n’ont pas de données disponibles depuis au moins 2013, hormis la station patrimoniale (Brème à Bonnevaux-Le-Prieuré 2) qui est suivie de façon récurrente par le Département, et dont les données sont intégrées aux tableaux ci-après.

Support eau

	Paramètres	Nb quantif. 2013	Conc. moyenne 2013 (µg/L)	Nb quantif. 2015	Conc. moyenne 2015 (µg/L)	Nb quantif. 2016	Conc. moyenne 2016 (µg/L)	Nb quantif. 2017	Conc. moyenne 2017 (µg/L)	Nb quantif. 2024	Conc. moyenne 2024 (µg/L)
6466050	Diflufenican									2	0,0110
	Chlortoluron									4	0,6453
	Total Pesticides									6	0,4338
6466250	2,4-D			1	0,029			1	0,0180		
	2,4-MCPA							3	0,0413	2	0,0270
	AMPA	1	0,037	1	0,020	1	0,0230	2	0,1270		
	Glyphosate			1	0,038					2	0,0220
	Métaldéhyde					1	0,0360				
	Triclopyr			1	0,055						
	2,4-D-ester			1	0,028					4	0,0100
	Diflufenican	1	0,0230	1				1	0,0280	4	0,3205
	Chlortoluron										
	Total Pesticides	2	0,0300	5	0,0340	2	0,0295	7	0,0606	12	0,1183
6466450	AMPA									2	0,0240
	Propyzamide									2	0,0080
	Diflufenican									2	0,0090
	Chlortoluron									4	0,1555
	Total Pesticides									10	0,0704
BSS001KUXE	AMPA									2	0,0410
	Propyzamide									1	0,0100
	Métazachlor									1	0,0080
	Diflufenican									1	0,0070
	Chlortoluron									1	0,1750
	Total Pesticides									6	0,0470

Tableau 105. Pesticides dissous quantifiés en 2013-2024.

	Nombre campagne par an		6466050	6466250	6466450	BSS001KUXE
2013	3	Nombre de substances quantifiées		2		
		Nombre de substances recherchées	0	1695	0	0
2014	2	Nombre de substances quantifiées		0		
		Nombre de substances recherchées	0	1124	0	0
2015	2	Nombre de substances quantifiées		5		
		Nombre de substances recherchées	0	118	0	0
2016	2	Nombre de substances quantifiées		2		
		Nombre de substances recherchées	0	1120	0	0
2017	4	Nombre de substances quantifiées		7		
		Nombre de substances recherchées	0	2230	0	0
2024	6	Nombre de substances quantifiées	6	12	10	6
		Nombre de substances recherchées	6094	6094	4986	2770

Tableau 106. Efforts analytiques et niveaux de contamination par les pesticides dissous dans le BV de la Brème entre 2013 et 2024.

Si la station patrimoniale demeure contaminée par entre 2 et 5 pesticides quantifiés chaque année (sauf en 20214), la fréquence de ces quantification a notoirement crû en 2017 puis plus encore en 2024. S’agissant de substances actives à usages herbicides (en excluant le cas particulier de l’AMPA), ceci traduit une nette pression agricole s’exerçant sur cette station, pression qui tend à s’accroître considérablement ces dernières années.

Comparé aux autres stations investiguées en 2024, la station patrimoniale est davantage polluée par ces pesticides agricoles que la tête de bassin (bien qu’une contamination récurrente par le chlortoluron y soit déjà observée, pesticide déclassant les PSS de l’état écologique DCE dans le bassin), et de façon relativement comparable à la fermeture de bassin et à la résurgence du Maine (en tenant compte de la disparité des efforts analytiques).

Support sédiment

		6466250
2013	Nombre de substances quantifiées	1
	Nombre de substances recherchées	128
2014	Nombre de substances quantifiées	1
	Nombre de substances recherchées	129
2016	Nombre de substances quantifiées	1
	Nombre de substances recherchées	129
2017	Nombre de substances quantifiées	0
	Nombre de substances recherchées	129
2024	Nombre de substances quantifiées	1
	Nombre de substances recherchées	129

Tableau 107. Efforts analytiques et niveaux de contamination par les pesticides adsorbés sur le sédiment dans le BV de la Brème entre 2013 et 2024

	Paramètres	Nb quantif. 2013	Conc. moyenne 2013 (µg/kg MS)	Nb quantif. 2014	Conc. moyenne 2014 (µg/kg MS)	Nb quantif. 2016	Conc. moyenne 2016 (µg/kg MS)	Nb quantif. 2024	Conc. moyenne 2024 (µg/kg MS)
6466050	AMPA	1	0,0670	1	352	1	112	1	2,60
	Bifénox								
	Total Pesticides	1	0,0670	1	352	1	112	1	2,60

Tableau 108. Pesticides adsorbés sur sédiments quantifiés en 2013-2024 dans la station patrimoniale.

L’AMPA étant un cas particulier (origines multiples possible),le phénomène d’intensification de la pression agricole se traduit ici par une première quantification sédimentaire en 2024 d’une substance active herbicide dans la station patrimoniale.

2. Autres micropolluants

Support eau

	Nombre campagne par an		6466050	6466250	6466450	BSS001KUXE
2013	3	Nombre de substances quantifiées		0		
		Nombre de substances recherchées	0	45	0	0
2014	2	Nombre de substances quantifiées		0		
		Nombre de substances recherchées	0	28	0	0
2015	2	Nombre de substances quantifiées		0		
		Nombre de substances recherchées	0	26	0	0
2016	2	Nombre de substances quantifiées		1		
		Nombre de substances recherchées	0	26	0	0
2017	4	Nombre de substances quantifiées		0		
		Nombre de substances recherchées	0	52	0	0
2024	6	Nombre de substances quantifiées	2	2	3	1
		Nombre de substances recherchées	253	253	207	114

Tableau 109. Efforts analytiques et niveaux de contamination par les micropolluants dissous dans le BV de la Brème.

	Paramètres	Nb quantif. 2016	Conc. moyenne 2016 (µg/L)	Nb quantif. 2024	Conc. moyenne 2024 (µg/L)
6466050	Autres MPO				
	Phosphate de tributyle			2	0,0060
	Total Autres MPO			2	0,0060
6466250	COV				
	Formaldéhyde			2	1
	Total COV			2	1
	Autres MPO				
	Phosphate de tributyle	1	0,0050		
	Total Autres MPO	1	0,0050		
6466450	Autres MPO			0,0240	2
	Phosphate de tributyle			2	0,0070
	Total Autres MPO			2	0,0070
	COV				
	Formaldéhyde			1	1
	Total COV				1
BSS001KUXE	Médicaments			1	0,0090
	Carbamazepine				
	Total Médicaments			1	0,0090

Tableau 110. Micropolluants dissous (autres que pesticide) quantifiés en 2016-2024.

La contamination de la Brème par les micropolluants dissous hors pesticides est globalement faible et principalement inhérente à la présence récurrente d’un agent plastifiant (substance ubiquiste). On notera aussi la quantification dans la résurgence du Maine d’une substance médicamenteuse, constituant là aussi un indicateur direct d’une pression domestique concomitante à la pression agricole.

Support sédiment

		6466250
2013	Nombre de substances quantifiées	13
	Nombre de substances recherchées	84
2014	Nombre de substances quantifiées	11
	Nombre de substances recherchées	85
2016	Nombre de substances quantifiées	10
	Nombre de substances recherchées	85
2017	Nombre de substances quantifiées	10
	Nombre de substances recherchées	85
2024	Nombre de substances quantifiées	13
	Nombre de substances recherchées	101

Tableau 111. Efforts analytiques et niveaux de contamination par les micropolluants adsorbés sur le sédiment dans le BV.

	Paramètres	Nb quantif. 2013	Conc. moyenne 2013 (µg/kg MS)	Nb quantif. 2014	Conc. moyenne 2014 (µg/kg MS)	Nb quantif. 2016	Conc. moyenne 2016 (µg/kg MS)	Nb quantif. 2017	Conc. moyenne 2017 (µg/kg MS)	Nb quantif. 2024	Conc. moyenne 2024 (µg/kg MS)
6466250	COV										
	Xylène-méta	1	40								
	Xylène-para	1	40								
	Chloroforme	1	1091								
	Total COV	3	390								
	HAP										
	Anthracène			1	13	1	13			1	4,5
	Benzo(a)anthracène	1	37	1	78	1	115	1	27	1	19,6
	Benzo(a)pyrène	1	36	1	51	1	85	1	30	1	17,9
	Benzo(b)fluoranthène	1	46	1	46	1	69	1	25	1	16,8
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	23	1	22	1	52	1	28	1	11,6
	Benzo(k)fluoranthène	1	15	1	25	1	46	1	15	1	9,7
	Chrysène	1	52	1	92	1	80	1	27	1	22,1
	Dibenzo(a,h)anthracène					1	11			1	3,0
	Fluoranthène	1	73	1	129	1	152	1	59	1	38,2
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	36	1	31			1	26	1	12,1
	Phénanthrène	1	46	1	40	1	28	1	24	1	11,4
	Pyrène	1	67	1	103	1	159	1	54	1	30,9
	Total HAP	10	43	11	57	11	74	10	32	12	16,5
	Autres MPO										
	Phosphate de tributyle									1	6,0
	Total Autres MPO									1	6,0

Tableau 112. Micropolluants adsorbés sur sédiments quantifiés en 2013-2024.

La contamination du sédiment de la station patrimoniale par les micropolluants (hors pesticides) s’avère globalement faible en 2024, principalement du fait de la présence d’un plastifiant (par ailleurs quantifié de façon récurrente sous forme dissous).

La pollution du milieu par les HAP tend pour sa part à décroître très progressivement au cours de la dernière décennie, et il n’est plus constaté de contamination par des COV depuis 2013.

3. Métaux lourds

ETM	6466250			
	2013	2014	2016	2017
Arsenic	3,6	<LQ	<LQ	2,5
Cadmium	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Chrome	7,3	5,1	4,2	6,5
Cuivre	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mercure	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Nickel	5,2	3,6	3,6	5,0
Plomb	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Zinc	47,8	33,4	36,4	40
Etain	<LQ	<LQ	<LQ	0,4

Tableau 113. Concentrations sédimentaires en ETM dans la station patrimoniale entre 2013 et 2017 (mg/Kg MS). Couleurs = SEQ-Eau.

ETM	CMR	6466250			
		2013	2014	2016	2017
Arsenic	1,5	1,3	0,48	0,72	0,4
Cadmium	0,4	0,32	0,14	0,19	0,09
Chrome	5	4,05	1,1	2,15	1,1
Cuivre	18	5,13	5,05	5,31	5,25
Mercure	0,06	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Nickel	9	4	5,15	4,97	2,5
Plomb	9	2	0,38	0,76	0,46
Zinc	75	104,2	100	89,4	49
Etain		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ

Tableau 114. Concentrations en ETM bio-accumulés dans les bryophytes de la station patrimoniale entre 2013 et 2017 (mg/Kg MS). Couleurs = SEQ-Eau.

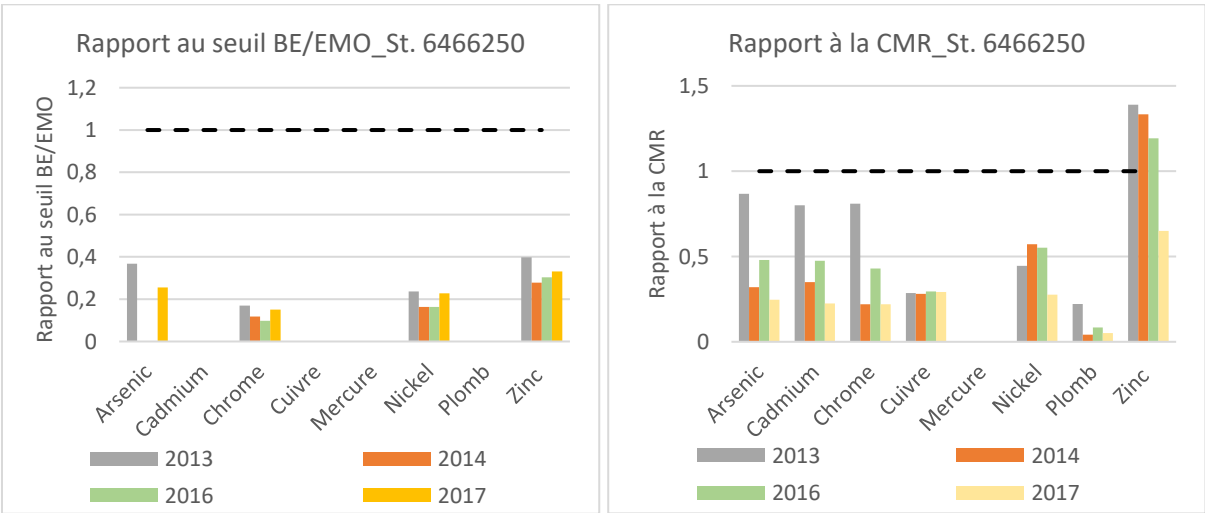


Figure 146. A gauche : profil de contamination sédimentaire de la station patrimoniale par les ETM (rapports au seuil bon/moyen du SEQ Eau). A droite : profil de contamination des bryophytes par les ETM (rapport aux CMR respectives).

Les investigations relatives aux contaminations de la station patrimoniale n'ont pas été actualisées depuis 2017. Il était alors constaté dans les bryophytes une décroissance de la bio-accumulation depuis 2013 et se poursuivant en 2017 pour le zinc. Le sédiment de la station ne s'est pas avéré significativement pollué par ces ETM.

G. Hydrobiologie

Libellé SANDRE	Code Agence de l'Eau
BREME A CHARBONNIERES-LES-SAPINS	06466050
BREME A BONNEVAUX-LE-PRIEURE 4	06002155
BREME A BONNEVAUX-LE-PRIEURE 2	06466250
BREME A FOUCHERANS 1	06002255
BREME A ORNANS	06466450
RUISSEAU DES BREUILLOTS A GUYANS DURNES 2	06002265
RU DE CHARBONNIERES A CHARBONNIERES LES SAPINS	06002175
RUISSEAU DU DEFOIS A SAULES 3	06002460
PLAISIR FONTAINE A BONNEVAUX LE PRIEURE 1	06401130

Tableau 115. Rappel de la codification et des libellés des stations hydro-biologiquement investiguées.

1. Diatomées

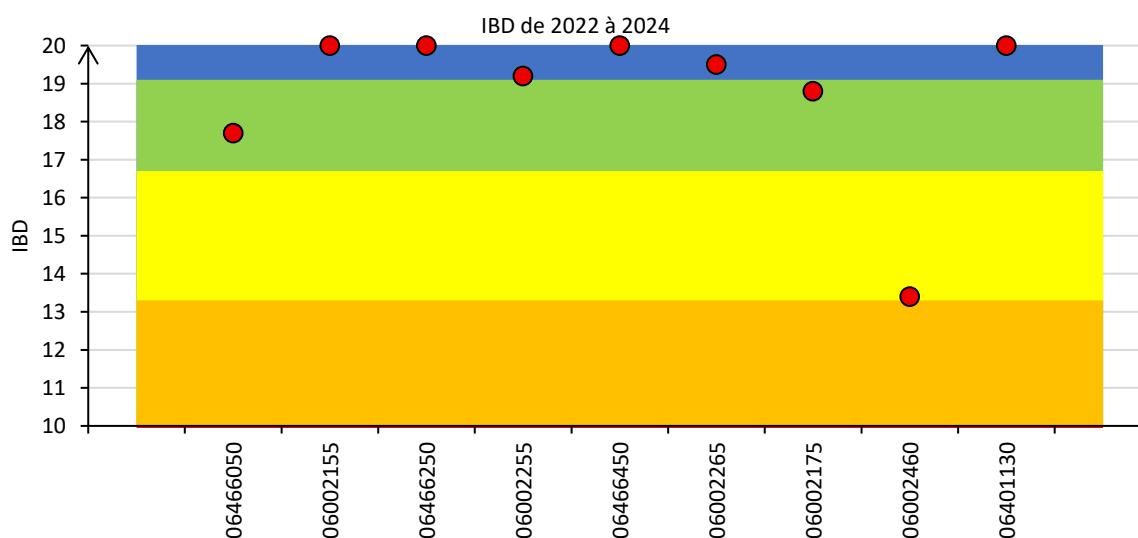


Figure 147. Valeurs des IBD (/20) et classes d'état DCE mesurés dans le BV de la Brème en 2024.

Malgré l'absence de bio-indication d'une tolérance particulièrement accrue à une pression qualitative (relative pour le PO4 et le NO3), la qualité diatomique de la Brème dans sa partie apicale s'avère davantage altérée (que le reste de son linéaire), notamment du fait de la colonisation prédominante par l'espèce ubiquiste *Amphora pediculus* (25% de la communauté inventoriée).

L'indice IBD traduit un « très bon état diatomique » dans les 4 autres stations de la Brème. Cependant, en termes de bio-indications, la légère tolérance vis-à-vis des matières phosphorées et aux nitrates perdure plus en aval, puis s'accroît au niveau de la station patrimoniale (sans que cela ne se retranscrive sur la valeur de l'IBD), pour enfin rediminuer progressivement en direction de la fermeture de bassin. Cette dynamique spatiale des bio-indications (et non pas des valeurs de l'IBD) s'inscrit ainsi en pleine cohérence avec celle issue des analyses physico-chimiques.

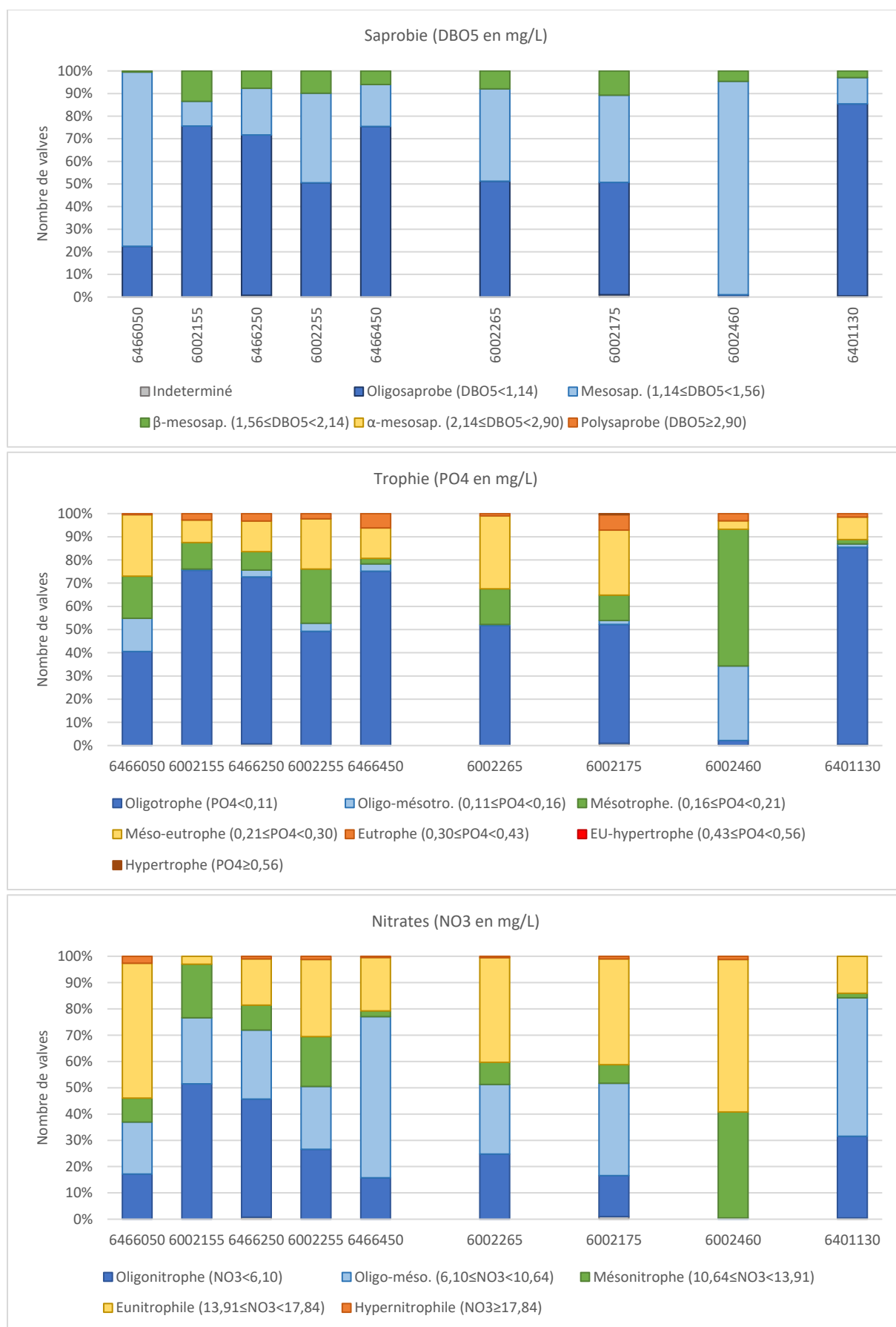


Figure 148. Profils de sensibilité des communautés diatomiques en 2024 aux paramètres DBO5 (en haut), PO4 (au milieu) et NO3 (en bas) dans le BV de la Brème.

Parmi les affluents, Plaisir-Fontaine dispose de la communauté la plus préservée. A l'inverse, celle du ruisseau du Défois est la plus altérée (ce qui est bien retranscrit par la valeur de l'IBD, proche d'un déclassement en un état médiocre), là aussi en cohérence avec les altérations physico-chimiques qui y ont été constatées.

Les qualités diatomiques du Ru de Charbonnières et du Ruisseau des Breuillots se situent entre les 2 cas précédents, i.e. tolérance relativement marquée aux phosphates et nitrates, s'inscrivant à un niveau proche de celui observé dans la station patrimoniale (la plus altérée des 5 stations localisées sur la Brème *sensu stricto*), là aussi en cohérence avec les observations physico-chimiques.

2. Macro-invertébrés

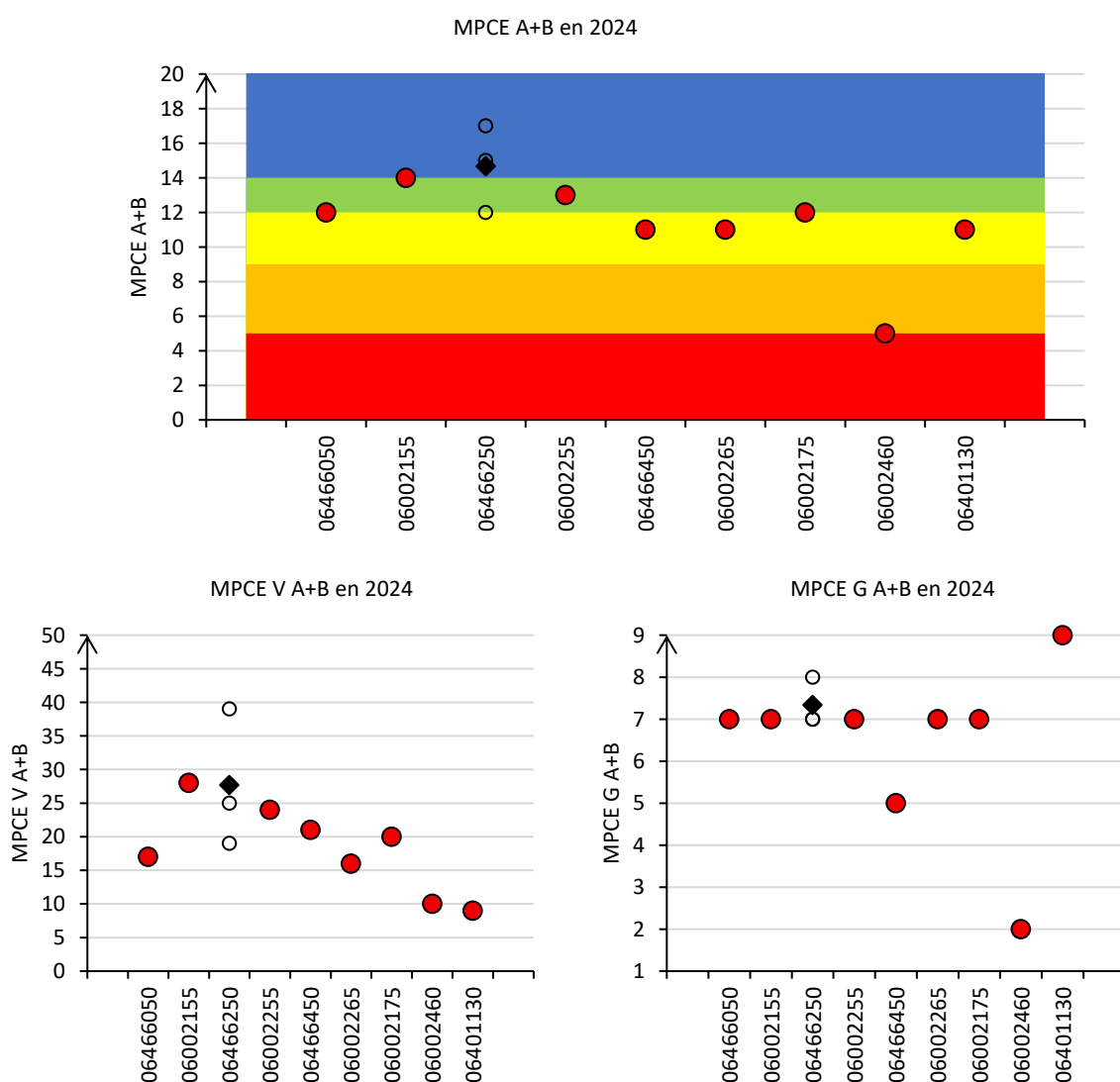


Figure 149. MPCE (IBG-DCE) et métriques associées (variété et rang du groupe indicateur) en 2024. Station 6466250 = station patrimoniale avec des données entre 2022 et 2024. Ronds rouges : données 2024. Losange noir : moyenne des 3 années.

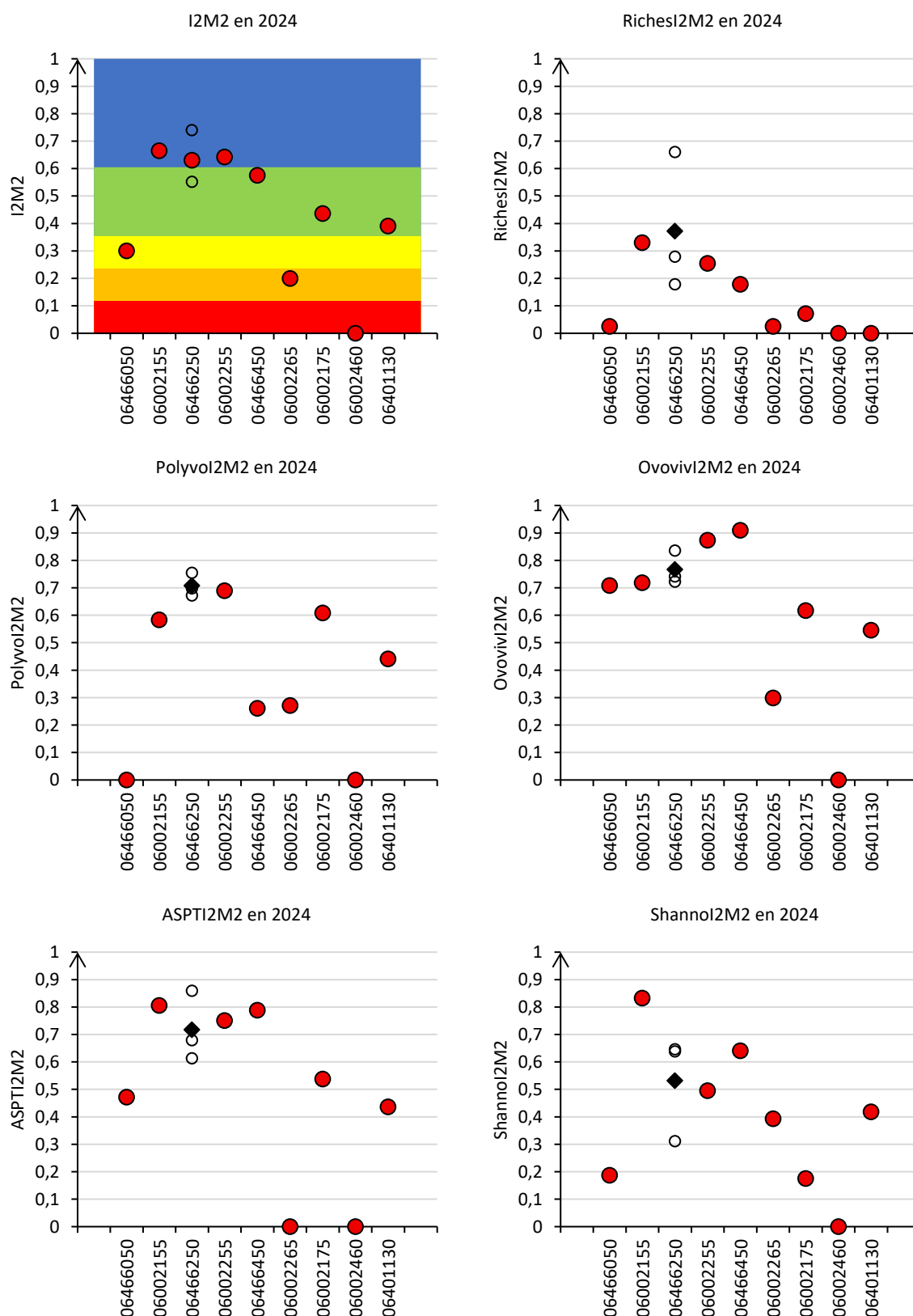


Figure 150. I2M2 et métriques élémentaires associées en 2024. Station 6466250 = station patrimoniale avec des données entre 2022 et 2024. Ronds rouges : données 2024. Losange noir : moyenne des 3 années.

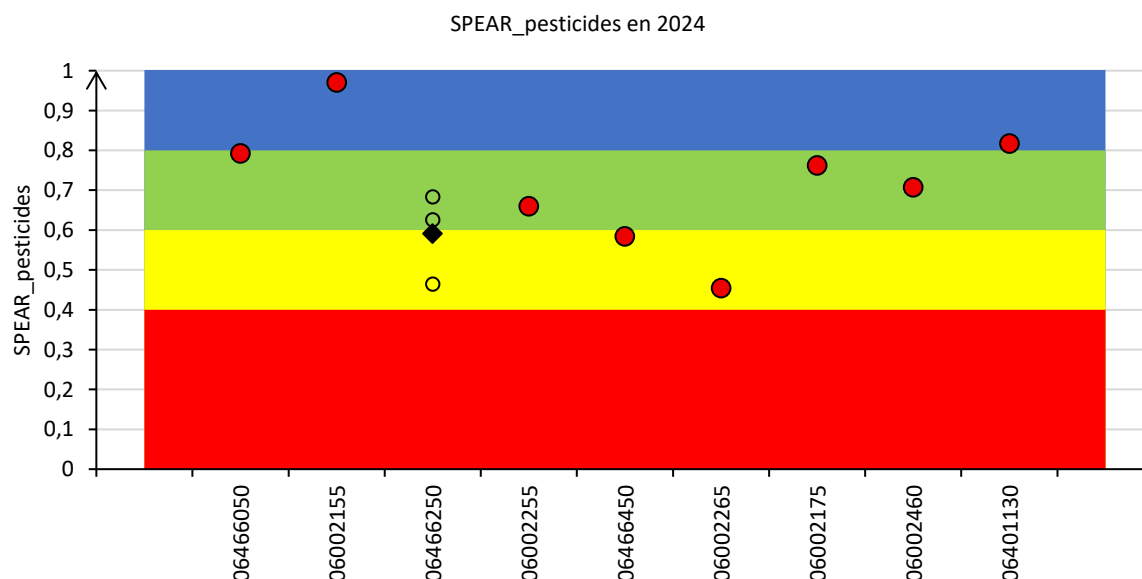


Figure 151. Valeurs de l'indice SPEAR pesticide des communautés macrobenthiques de la Brème en 2024. Les classes de qualités sont celles relatives à l'indice *sensu stricto*, indépendant des états DCE. Ronds rouges : données 2024. Losange noir : moyenne des 3 années.

Outre par la qualité de l'eau, les états macrobenthiques sont aussi régis par la qualité du milieu en termes de micro-habitats et sont aussi potentiellement impactés par le régime hydrologique de la station.

Ainsi, dans la partie apicale de la Brème, l'abaissement de la ligne d'eau en basses eaux (pourtant hors étiage marqué), laisse un recouvrement des fonds à 97% par de la dalle, support très peu biogène. Par conséquent la diversité taxonomique y est faible, altérant la mise en évidence fine d'une éventuelle incidence de la qualité de l'eau sur cette communauté, pression que « l'état macrobenthique moyen » ne traduit pas fidèlement.

A l'inverse, le secteur médian de la Brème bénéficie d'une bonne qualité morphologique qui vient en soutien de la communauté macrobenthique. La richesse taxonomique est ainsi plus élevée dans la station patrimoniale que par ailleurs dans le linéaire de la Brème, malgré une forte variabilité interannuelle, et plus globalement une diversité qui y demeure très modérée (en moyenne 25 taxons). C'est aussi dans cette station que l'on observe un décrochement des métriques ASPT et indice de Shannon, ainsi que de l'indice SPEAR-pesticide. Ces dernières observations s'inscrivent ainsi en cohérence avec les précédents diagnostics d'une pression qualitative accrue dans le tronçon médian de la Brème, ce que ne traduit pas fidèlement le « très bon état DCE ».

La fermeture de bassin de la Brème est pour sa part régie par des fréquents assecs (moins observés lors de la période de l'étude), impactant ainsi la composition macrobenthique de la station à Ornans (faible diversité taxonomique, polyvoltinisme accru). Comme en tête de bassin, ces éléments constituent des facteurs confondants altérant la capacité de diagnostic fin quant à la sensibilité vis-à-vis de la qualité de l'eau. On remarque toutefois que le décrochement de l'indice SPEAR-pesticide au niveau de la station patrimoniale ne se résorbe pas en direction de la fermeture de bassin, s'inscrivant ainsi en cohérence avec le diagnostic d'une pression « micropolluants *lato sensu* » qui y perdure.

La diversité macrobenthique des affluents est particulièrement faible, en raison d'écoulements parfois très faibles (et donc de probables assèchements durables les années précédentes), d'une qualité en micro-habitats variable, et un positionnement apical peu favorable pour le ruisseau de Plaisir-Fontaine. A cela s'ajoute les fortes pressions qualitatives, en particulier au niveau du ruisseau du Défois (06002460), station à l'état macrobenthique catastrophique. A l'inverse, la station de Plaisir-Fontaine (06401130) est la seule à présenter un groupe indicateur de rang 9/9 grâce à un peuplement « significatif » (11 individus) par *Isoperla sp.*.

H. Synthèse

Le fonctionnement hydrologique du BV de la Brème est « étagé », avec un secteur apical alimenté localement par un épikarst et des petits aquifères (intégration des pressions locales : Saules, Charbonnières, voire Etalans), un secteur médian (dont la station patrimoniale et le ruisseau de Plaisir Fontaine) intégrant aussi des arrivées karstiques plus ou moins diffuses et étendues, puis un secteur distal propice aux pertes. Les exurgences basales (Maine, des Puits de la Brème et de la Froidière) intègrent pour leur part un vaste BV hydrogéologique, l'étude Nutri-karst ayant notamment démontré des mécanismes de transfert rapide au niveau de la résurgence du Maine (et donc une forte vulnérabilité de ces hydrosystèmes).

Les pressions domestiques exercées par les STEU de Saules et de Charbonnières, sont démontrées, de façon chronique pour cette première. Elles s'exercent principalement à travers des dystrophies phosphorées, particulièrement élevées dans les affluents concernés, mais qui n'impactent que modérément la trophie de la Brème. Un SDA (Schéma Directeur d'Assainissement) est en cours intégrant notamment la STEU de Saules, et ouvrant ainsi la voie à une amélioration de celle-ci.

Une autre contamination phosphorée d'origine domestique (au sens large du terme, pouvant inclure les rejets agro-alimentaires) est aussi diagnostiquée dans la partie médiane de la Brème, sans que l'on ne puisse déterminer avec certitude la part imputable à la STEU de Bonnevaux-le-Prieuré (à noter qu'un SDA intégrant cette-dernière est en cours). La station patrimoniale est ainsi la moins préservée qualitativement des 5 stations réparties le long du linéaire (impact concomitant de la prise d'eau pour un moulin court-circuitant ce tronçon ?).

Conjointement, s'exerce une forte pression agricole sur le BV à travers une pollution du milieu par les nitrates et les pesticides. Cette pression, moyenne dans la partie apicale, devient notoirement élevée à partir de la partie médiane.

Les niveaux de bruits de fonds en phosphore et nitrates, homogènes et notoirement élevés pour les seconds, au niveau des exurgences basales sont pour leur part vraisemblablement liées à une intégration plus large via le « karst profond » des multiples pressions à la fois agricoles (plateau de Valdahon) et domestiques/agro-alimentaires (Valdahon, Vercel-Villedieu-le-Camp...).

III. Ruisseau du Marais de Saône

A. Contextualisation

La masse d’eau « ruisseau du Marais de Saône » regroupe le ruisseau des Grands Terreaux, le ruisseau des Marais et le ruisseau des Moulins. Elle est l’une des 4 masses d’eau du département à présenter un état écologique « mauvais » selon l’état des lieux du SDAGE 2022-2027. Une station RCO « MARAIS A SAONE 06028100 » fait l’objet d’un suivi par l’Agence de l’Eau dans le cadre du réseau de contrôle opérationnel.

Le territoire des Marais de Saône est classé Espace Naturel Sensible et fait l’objet de mesures de restauration et de gestion des cours d’eau et zones humides. Il joue également un rôle notable dans l’alimentation de la source d’Arcier, ressource en eau potable exploitée par Grand Besançon Métropole.

De précédents état des lieux avaient été réalisés en 2008, puis en 2013 (Département du Doubs, CD Eau Environnement) puis en 2019 (SM du Marais de Saône, CD Eau).

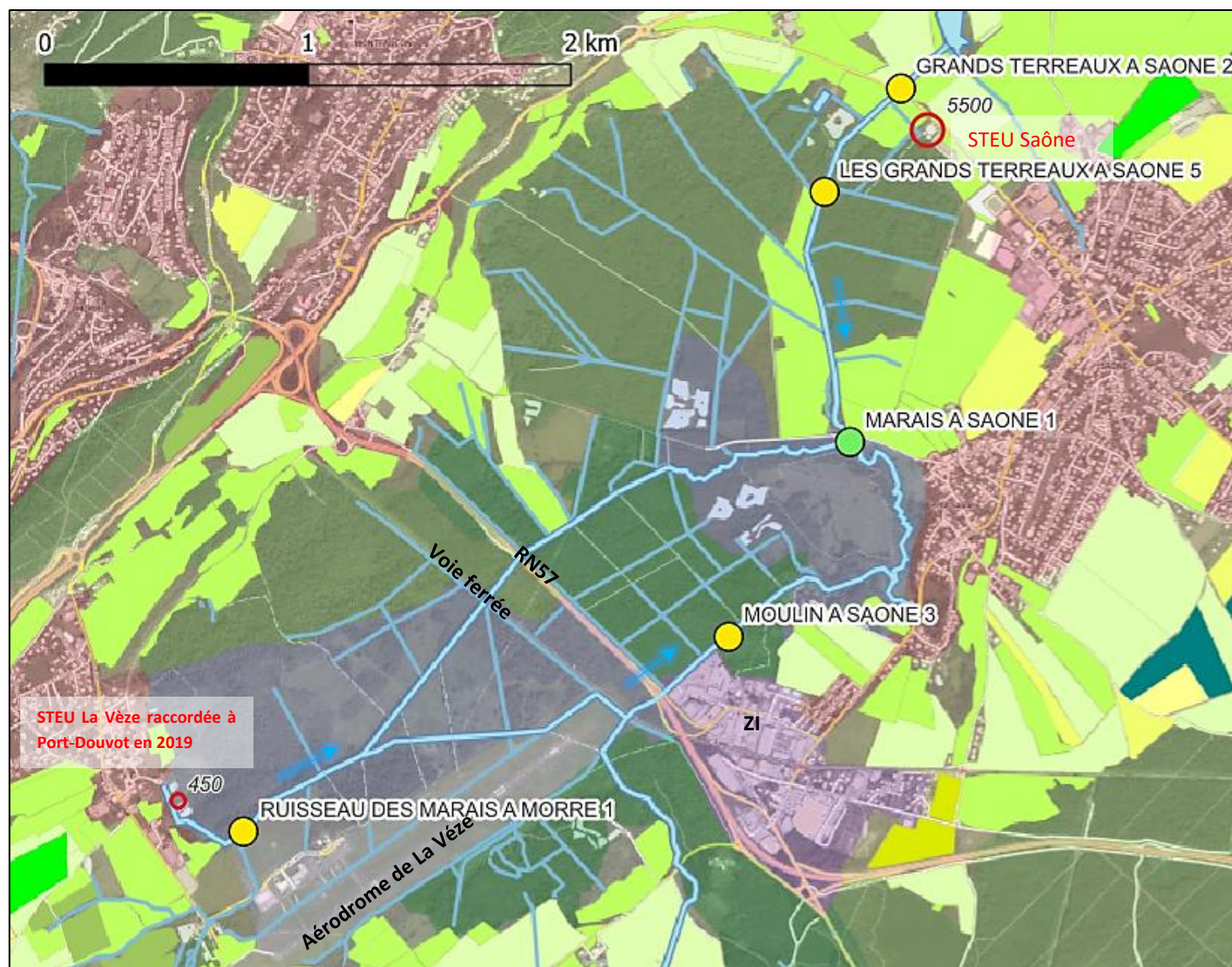
Le suivi 2024 va donc permettre l’acquisition de données complémentaires sur les affluents qui composent la masse d’eau. Le suivi des stations implantées sur le ruisseau des Grands Terreaux, qui présente la plus grande vulnérabilité au vu des données antérieures, permettra d’évaluer l’impact du rejet de la STEP de Saône sur le cours d’eau (réhabilitation en 2020-2021). En outre, le suivi des stations implantées sur les ruisseaux des Marais et du Moulin pourra permettre d’apprécier le gain écologique de la restauration réalisée sur des secteurs situés en amont proche.

Cours d'eau	Libellé SANDRE	Code Agence de l'Eau	PHYSICO-CIMIE DE BASE (COD, DBO5, NH4, NO2, NO3, DCO, NTK,MEST, PO4, Ptot)	MINÉRALISATION / Dureté (HCO3, TA, TAC, TH? Cl, SO4, Ca, Mg, Na	EUTROPHISATION	IBGN	DIATOMEES
Ruisseau des Marais	RUISSEAU DES MARAIS A MORRE 1	06028140	4	1	1	1	1
Ruisseau du Moulin	MOULIN A SAONE 3	06000295	4	1	1	1	1
Les Grands Terreaux	LES GRANDS TERREAUX A SAONE 5	06000511	4	1	1	1	1
Les Grands Terreaux	GRANDS TERREAUX A SAONE 2	06028110	4	1	1	1	1

Tableau 116. Programme analytique de 2024.

Libellé de la station	Code
RUISSEAU DES MARAIS A MORRE 1	06028140
MARAIS A SAONE 1 [RCO]	06028100
MOULIN A SAONE 3	06000295
GRANDS TERREAUX A SAONE 2	06028110
LES GRANDS TERREAUX A SAONE 5	06000511

Tableau 117. Stations investiguées en 2024. Seule la station MARAIS A SAONE 1 a été suivie entre 2022 et 2024.



Carte 32. Hydrographie du Marais de Saône et localisation des stations investiguées. STEU (ronds rouges) et OCS (CLC18 et RPG2023).

B. État écologique DCE

Code station	06028140	06028100	06000295	06028110	06000511
ETAT ECOLOGIQUE	Médiocre	Mauvais	Bon	Mauvais	Mauvais
Etat Biologique	Médiocre	Mauvais	Bon	Mauvais	Mauvais
Diatomées	Très bon	Moyen	Bon	Médiocre	Moyen
Macroinvertébrés	Médiocre	Mauvais	Bon	Mauvais	Mauvais
Poissons	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Macrophytes	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Eléments physico-chimiques généraux	Bon	Médiocre	Bon	Mauvais	Médiocre
Bilan de l'oxygène	Bon	Médiocre	Bon	Mauvais	Médiocre
Oxygène dissous	Très bon	Bon	Bon	Mauvais	Moyen
Taux de saturation en O2 dissous	Bon	Moyen	Bon	Médiocre	Médiocre
Carbone Organique dissous	Bon	Médiocre	Très bon	Moyen	Moyen
DBO5	Très bon	Très bon	Très bon	Bon	Bon
Nutriments	Très bon	Médiocre	Très bon	Mauvais	Médiocre
Ammoniaque-Ammonium	Très bon	Moyen	Très bon	Bon	Médiocre
Nitrites	Très bon	Bon	Très bon	Bon	Médiocre
Nitrates	Très bon	Bon	Très bon	Très bon	Très bon
Orthophosphates	Très bon	Médiocre	Très bon	Moyen	Médiocre
Phosphore total	Très bon	Médiocre	Très bon	Mauvais	Médiocre
Acidification	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon
Température	Très bon	Très bon	Très bon	Moyen	Moyen
Polluants spécifiques	Non qualifié	Bon	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Polluants synthétiques	Non qualifié	Bon	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Polluants non synthétiques	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié

Tableau 118. Synthèse des états écologiques DCE partiels des stations investiguées en 2024.

Hormis le ruisseau du Moulin (à la station 06000295) qui dispose d'un classement en bon état écologique, les états écologiques des 4 autres stations sont médiocres à mauvais. Parmi celles-ci, à l'exception de la station 06028140 (ruisseau des Marais amont), ce déclassement n'est pas la conséquence de la seule altération des macro-invertébrés, mais il résulte conjointement des forts dysfonctionnements physico-chimiques, à la fois liés au bilan de l'oxygène et aux dystrophies (notamment phosphorées).

On notera ainsi les forts contrastes entre les « très bons états trophiques » des stations 06000295 et 06028140, et les états trophiques médiocres à mauvais pour les 3 autres stations.

Les chapitres suivants visent à affiner ces premières observations.

C. Température et pression organique

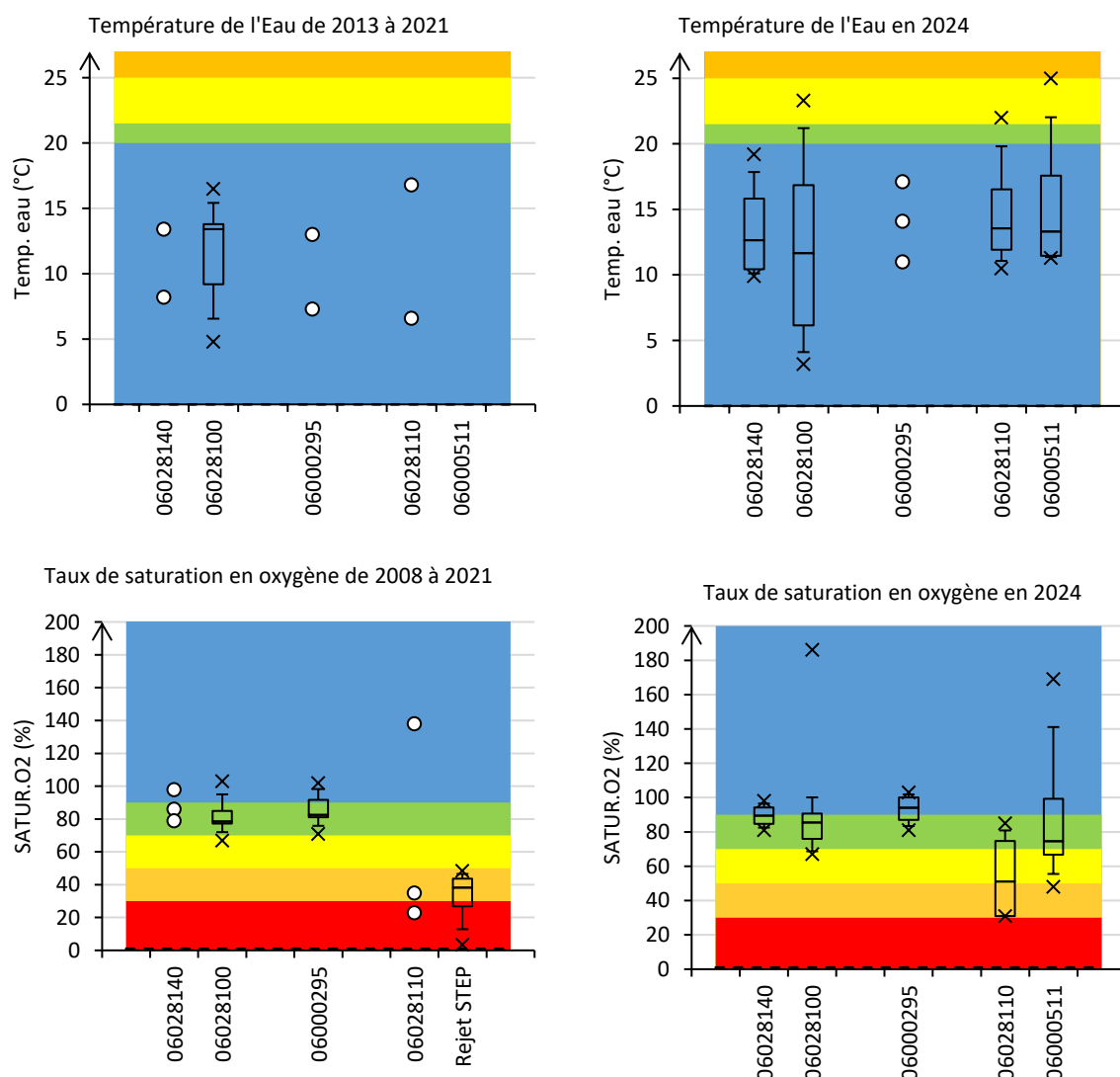


Figure 152. Comparaison des variabilités de la température de l'eau (mesures ponctuelles) et de la saturation en oxygène dissous en 2013-2021 (2008 pour la saturation) et 2023-2024.

Les fortes amplitudes thermiques sont inhérentes au fonctionnement hydrologique fortement intriqué avec les vastes zones humides environnantes. Toutefois, les altérations morphologiques (rectifications, surdimensionnement) sont aussi susceptibles de contribuer à la vulnérabilité aux pics thermiques (pic à 22-25°C dans 3 des 5 stations, pourtant hors période de sécheresse/canicule pour les investigations de 2024).

La pression organique est globalement élevée sur l'ensemble des ruisseaux considérés, là aussi notamment en lien avec la nature de l'environnement immédiat (marais). Cependant, un accroissement de la pollution organique est constatée sur le ruisseau des Grands Terreaux à l'aval de la STEU de Saône, malgré une DBO5 déjà élevée dès la station amont. De même, au niveau du ruisseau du Marais, une augmentation encore plus élevée de cette pression est observée dans la station RCO 06028100 (pic extrême en COD le 03/12/2024), ici plutôt liée à de la matière organique peu biodégradable. Dans ce contexte, le seul impact de la confluence du Ruisseau des Grands Terreaux ne paraît pas pleinement explicatif de l'occurrence de cette très forte pression organique.

En conséquence de ces pressions organiques mais aussi des altérations morphologiques, le ruisseau des Grands Terreaux tend à être hypoxique, en particulier dans la station en amont du rejet de la STEU de Saône.

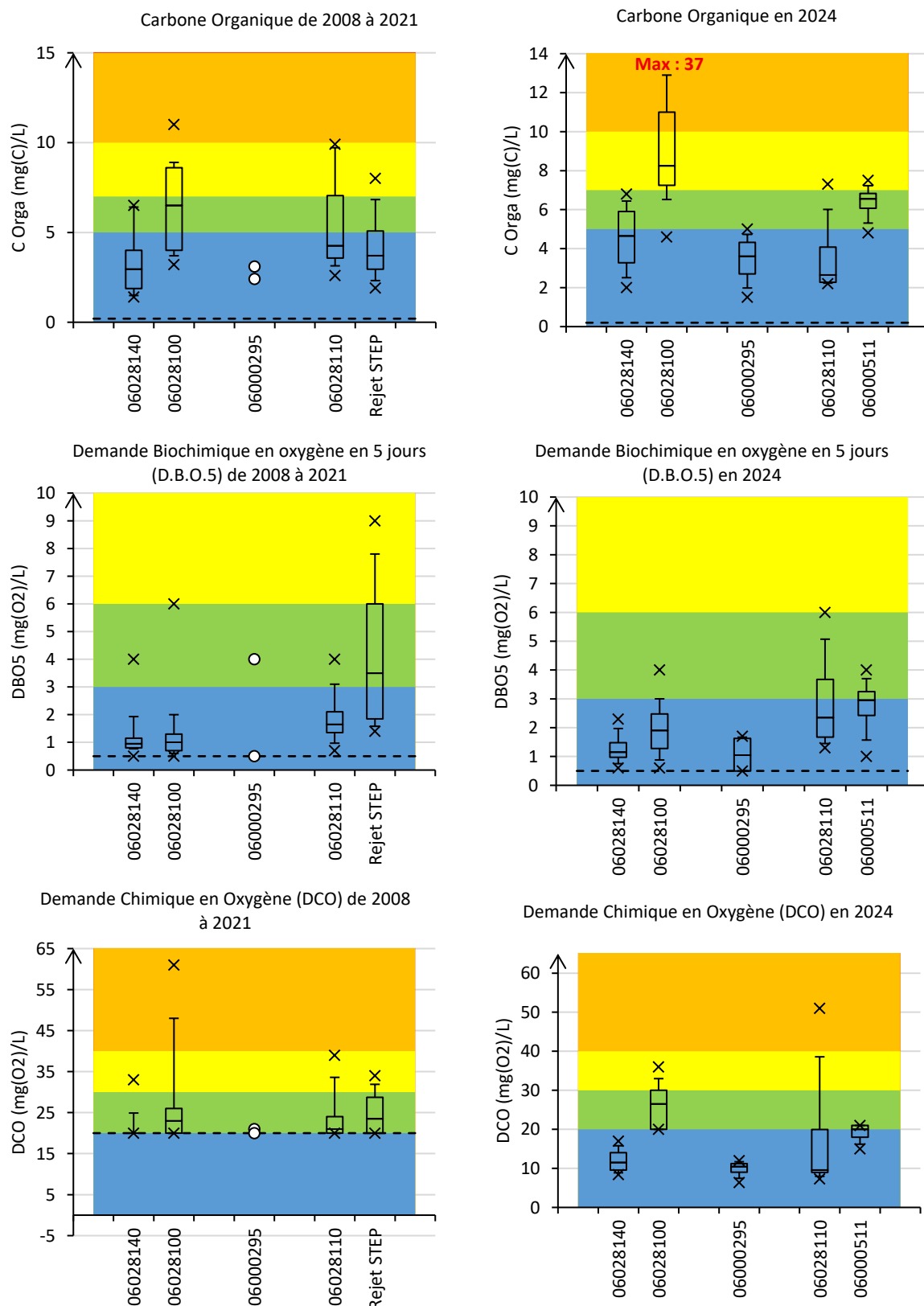


Figure 153. Variabilité de paramètres liés à la pression organique entre 2013-2021 puis en 2024 (données 2022-2024 pour la station RCO). Référentiel SEQ-Eau.

Ces diverses observations de 2024 s'inscrivent globalement en cohérence (hors pic extrême en COD dans la station RCO) avec les données historiques disponibles, malgré des dynamiques de variations non homogènes selon les paramètres et les stations considérés.

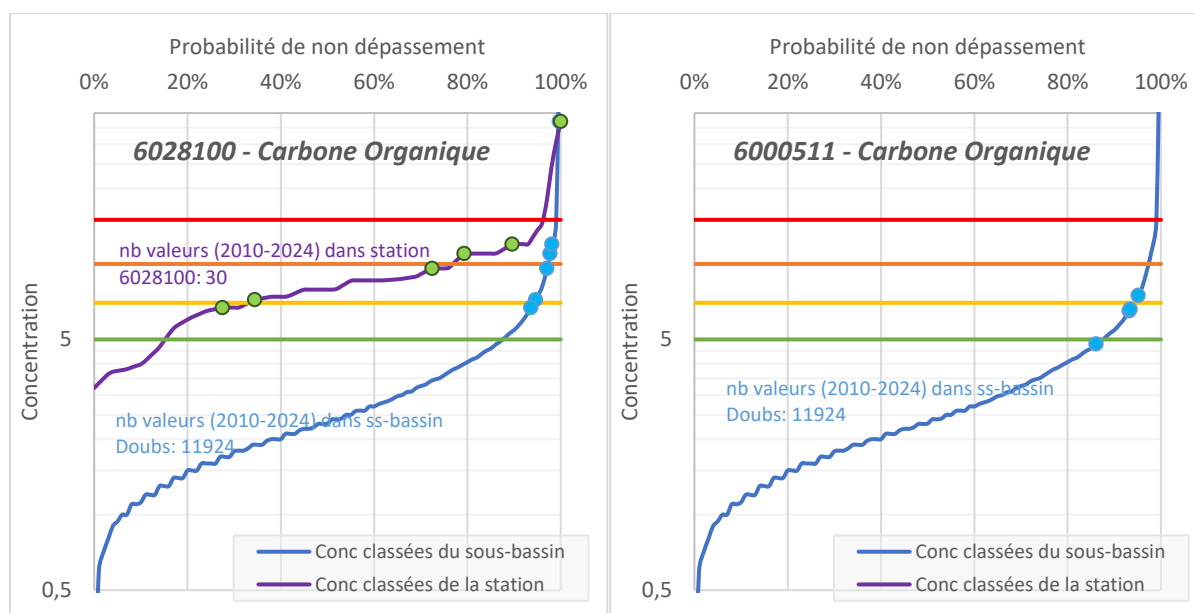


Figure 154. Probabilités d’observer les concentrations 2024 en carbone organique dissous (points) par rapport à ce qui est habituellement observé dans la station (courbe violette, lorsqu’un historique est disponible) et plus globalement dans le bassin hydrographique du Doubs (courbe bleue). A gauche : station RCO sur le ruisseau du Marais ; A droite : station sur les Grands Terreaux en aval du rejet de la STEU de Saône.

L’intensité de cette pression organique s’exerçant sur ces ruisseaux est globalement élevée du fait conjoint de la nature du BV et des pollutions qui s’y exercent. Ainsi, à titre illustratif, les teneurs 2024 en carbone organique figurent parmi les 1 à 7% les plus élevées du bassin « Doubs » pour la station RCO, et parmi les 7 à 14% pour les Grands Terreaux (en aval du rejet de la STEU).

D. Trophie

1. Matières phosphorées

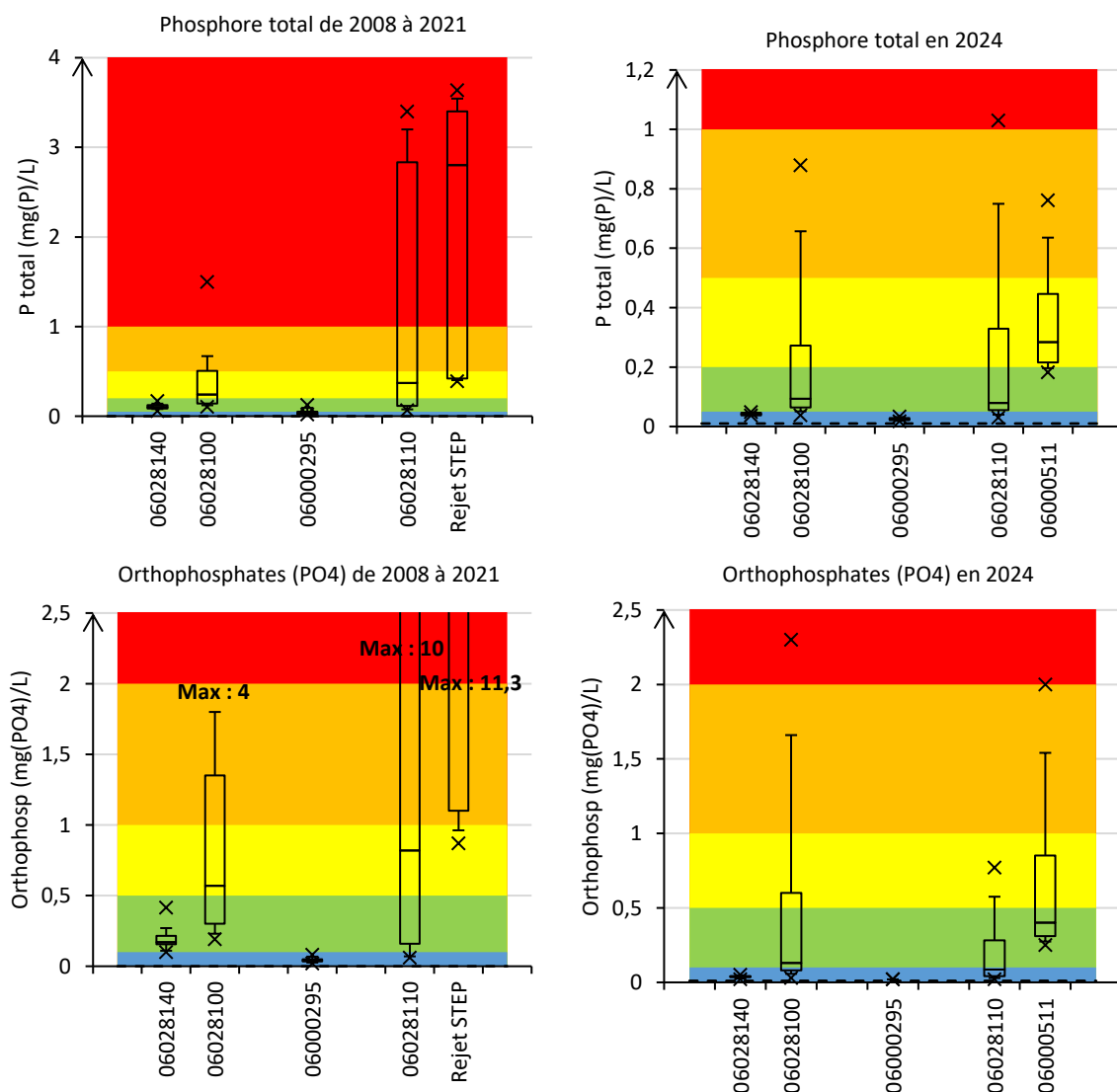


Figure 155. Variabilité des teneurs en matières phosphorées entre 2013-2021 puis en 2024 (données 2022-2024 pour la station RCO). Référentiel SEQ-Eau.

Parmi les stations investiguées, le ruisseau du Moulin s'avère être le plus préservé de la pression phosphorée. Celle s'exerçant sur la station amont du ruisseau du Marais y est faible mais chronique, en nette diminution par rapport aux précédents suivis (raccordement de la STEU de La Vèze à Port-Douvot en 2019).

L'encadrement du rejet de la station d'épuration de Saône dans le ruisseau des Grands Terreaux met en évidence pour sa part l'occurrence d'une forte dystrophie phosphorée dès la station amont. Malgré cette pollution préexistante, une contamination additionnelle est ostensiblement constatée via le rejet de la STEU de Saône, engendrant ainsi une pollution chronique par les matières phosphorées encore plus élevée.

La station RCO du ruisseau du Marais (06028100), localisée en aval immédiat de la confluence avec les Grands Terreaux, dispose aussi d'une forte dystrophie phosphorée. Celle-ci n'est pas héritée de la partie apicale du ruisseau (06028140). Ainsi, afin d'évaluer la proportion de cette contamination directement attribuable à la pollution des Grands Terreaux, il conviendrait d'effectuer des calculs de flux (non réalisés ici faute de données de débit sur la station RCO).

Une hyper-trophie phosphorée encore plus massive était mesurée lors des précédents suivis dans ce ruisseau des Grands Terreaux, et par voie de conséquence dans la station RCO. Il semble que cette pollution extrême apicale ait été désormais considérablement amoindri, permettant ainsi une nette amélioration de la trophie phosphorée en 2024.

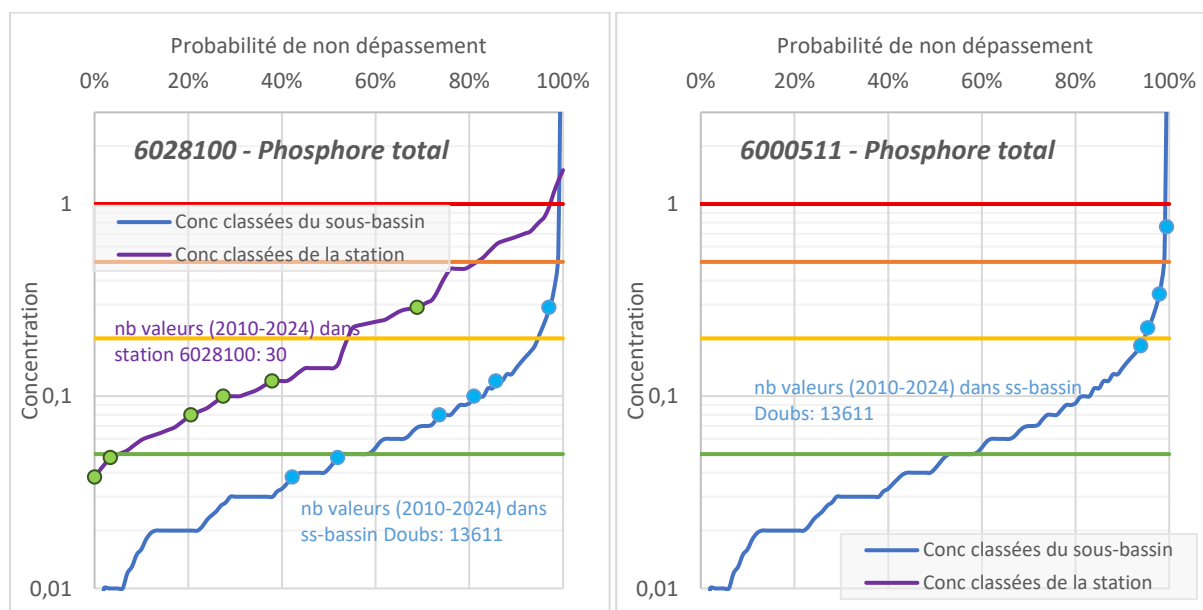


Figure 156. Probabilités d'observer les concentrations 2024 en phosphore total (points) par rapport à ce qui est habituellement observé dans la station (courbe violette, lorsqu'un historique est disponible) et plus globalement dans le bassin hydrographique du Doubs (courbe bleue). A gauche : station RCO sur le ruisseau du Marais ; A droite : station sur les Grands Terreaux en aval du rejet de la STEU de Saône.

Néanmoins, malgré cette nette amélioration, cette contamination demeure encore à ce jour significative dans la station RCO (dystrophie phosphorée 2024 parmi les 3%-58% les plus élevées du bassin « Doubs »), et plus encore dans les Grands Terreaux (parmi les 0,6%-6% les plus élevées).

2. Matières azotées

Comme pour les matières phosphorées, le ruisseau du Moulin est le plus préservé des dystrophies azotées (hors nitrates). Depuis le raccordement de la STEU de la Vèze à Port-Douvot, cela est désormais aussi le cas de la partie apicale du ruisseau du Marais (y compris pour les nitrates).

Là aussi comme pour les matières phosphorées, on constate l'occurrence d'une pollution par les matières azotées (hors nitrates) qui pré-existe dès l'amont du rejet de la STEU de Saône, puis qui s'accroît très fortement à son aval : par exemple, la concentration médiane en ammonium en 2024 demeure dans la classe « très bon » en amont du rejet, et dépasse le seuil du mauvais état en aval.

En conséquence, la part effective de cette pollution azotée des Grands Terreaux dans celle observée dans la station RCO, à l'aval immédiat de la confluence, demeure posée (transformation des formes de l'azote, et absence de calcul de flux).

Comme pour les matières phosphorées, la pollution de la station amont des Grands Terreaux était « historiquement » encore davantage polluée qu'en 2024 par l'ammonium, les nitrites et l'azote organique. Cette forte amélioration de la qualité amont permet là aussi de diminuer significativement la pression azotée s'exerçant sur ce ruisseau et la station RCO, bien que le rejet de la STEU de Saône perdure et maintienne une forte pression.

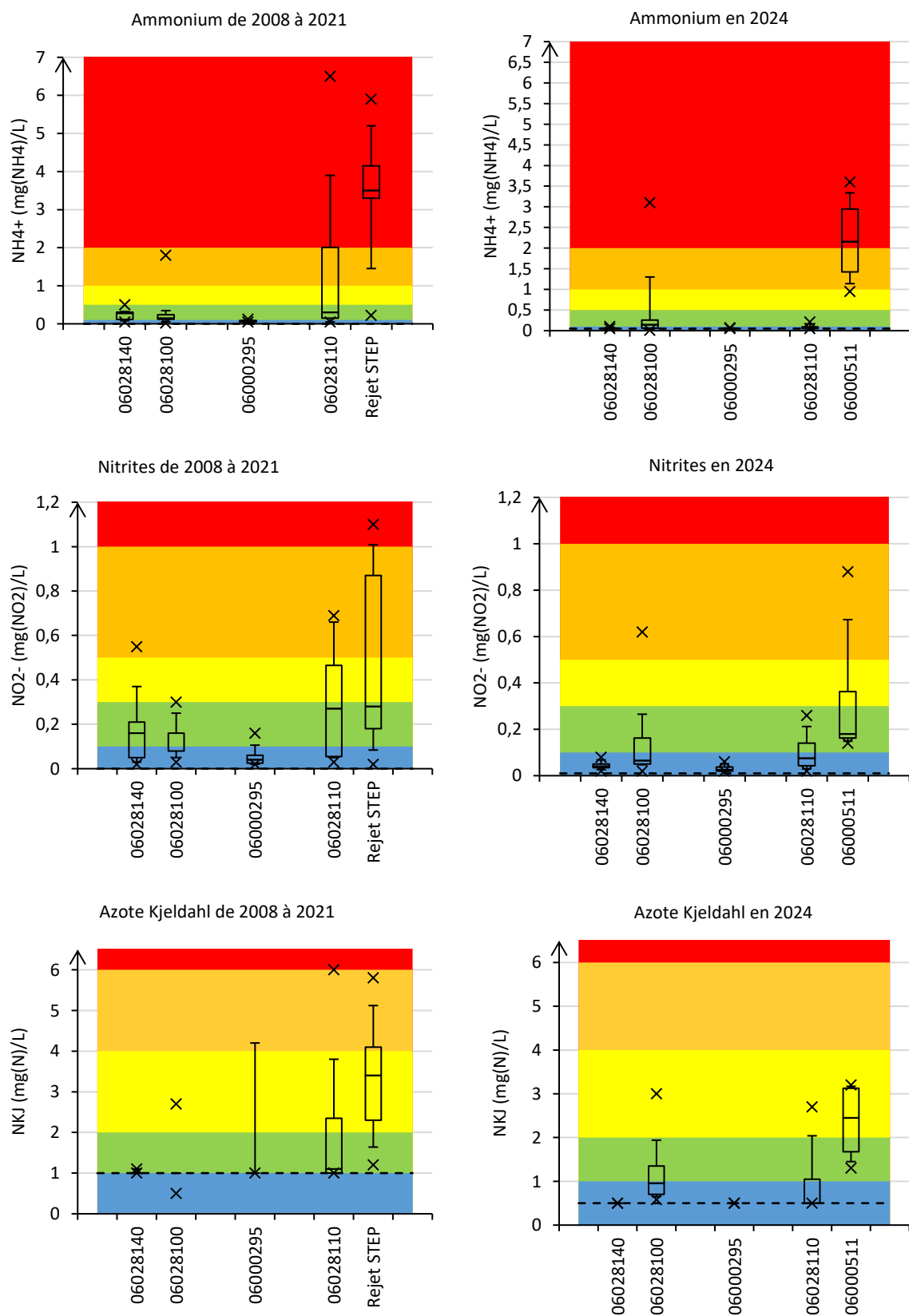


Figure 157. Variabilité des concentrations en matières azotées hors nitrates entre 2008-2021 puis en 2024 (données 2022-2024 pour la station RCO). Référentiel SEQ-Eau pour l'azote Kjeldahl.

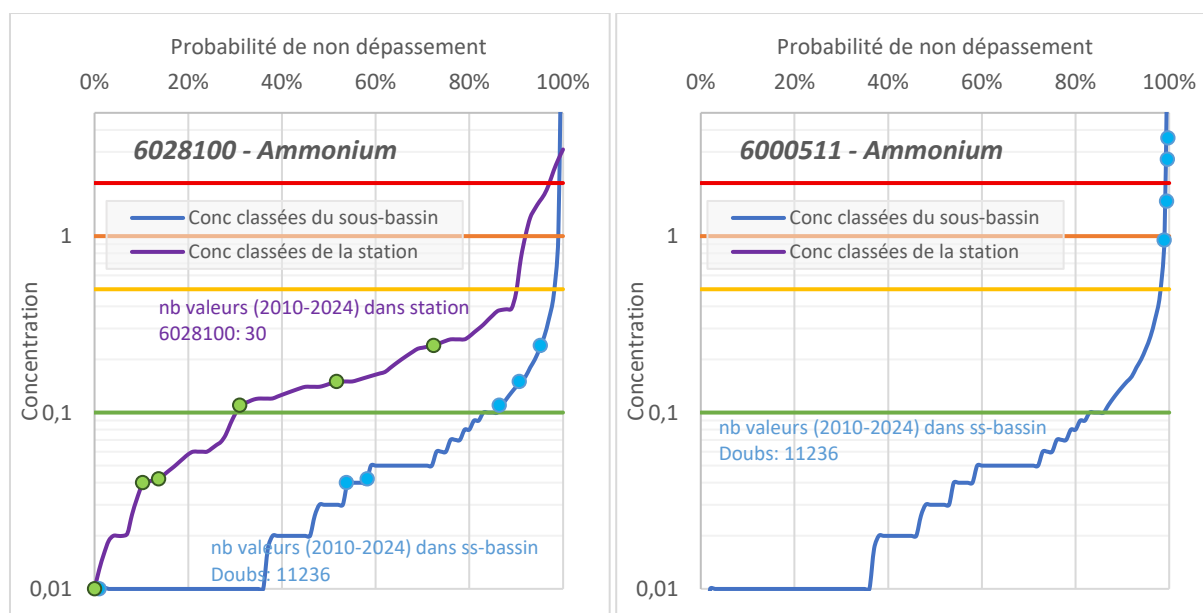


Figure 158. Probabilités d'observer les concentrations 2024 en ammonium (points) par rapport à ce qui est habituellement observé dans la station (courbe violette, lorsqu'un historique est disponible) et plus globalement dans le bassin hydrographique du Doubs (courbe bleue). A gauche : station RCO sur le ruisseau du Marais ; A droite : station sur les Grands Terreaux en aval du rejet de la STEU de Saône.

Ainsi, malgré cette amélioration relative, en considérant les concentrations en ammonium en 2024, la station RCO figure parmi les 5%-46% les plus contaminées du bassin « Doubs », et l'aval du rejet de Saône demeure un cas extrême en étant parmi les 0,3%-1,1% les plus pollués.

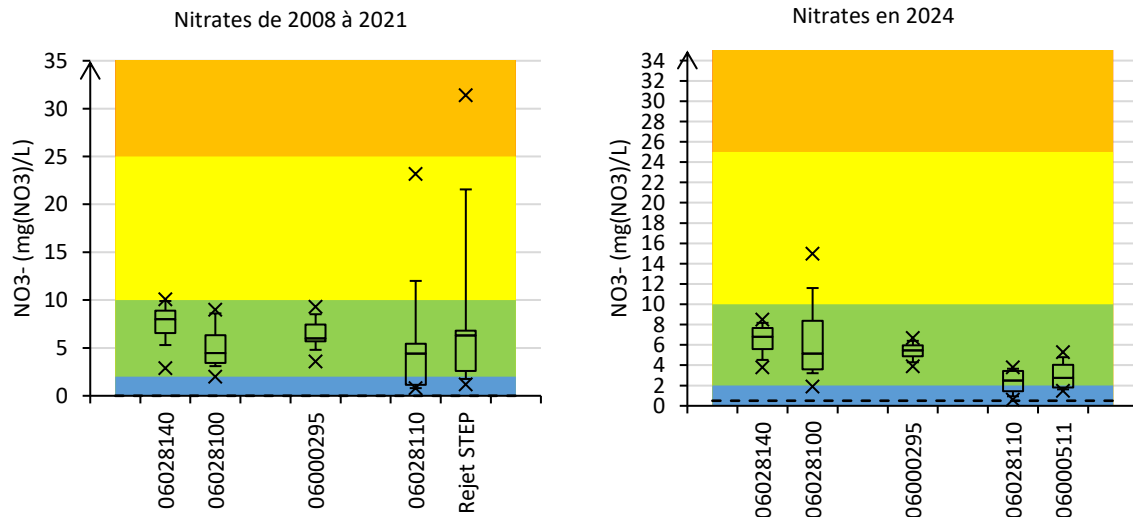


Figure 159. Variabilité des concentrations en nitrates entre 2008-2021 puis en 2024 (données 2022-2024 pour la station RCO). Référentiel SEQ-Eau.

La pollution du milieu par les nitrates est globalement modérée, voire faible pour le ruisseau des Grands Terreaux, sans évolution longitudinale et temporelle ostensible.

La tendance décroissante spécifique au ruisseau des Grands Terreaux est pour sa part davantage à rapprocher d'une diminution globale de la pression azotée « assainissement » extrême, plutôt qu'à une quelconque évolution de la pression agricole qui serait particulière à ce sous-BV.

E. Pesticides et autres micropolluants, métaux lourds

Les substances micropolluantes et métaux lourds n'ont pas été investigués en 2024 sur les stations Départementales. Les tableaux ci-dessous présentent donc les résultats de la station RCO, suivie annuellement, ainsi que les données 2013 sur le RUISSEAU DES MARAIS A MORRE1 et le ruisseau GRANDS TERREAUX A SAONE2.

1. Pesticides

	Nb campagnes/an		6028140	6028100	6028110
2013	4	Nombre de substances quantifiées	5	22	33
		Nombre de substances recherchées	2256	2257	1692
2021	5	Nombre de substances quantifiées		22	
		Nombre de substances recherchées	0	2930	0
2022	6	Nombre de substances quantifiées		62	
		Nombre de substances recherchées	0	3558	0
2023	5	Nombre de substances quantifiées		28	
		Nombre de substances recherchées	0	2964	0
2024	6	Nombre de substances quantifiées		18	
		Nombre de substances recherchées	0	3546	0

Tableau 119. Efforts analytiques et niveaux de contamination par les pesticides dissous dans le ruisseau du Marais de Saône entre 2013 et 2024.

La partie apicale du ruisseau des Marais n'est pas préservée d'une contamination par les pesticides d'après les analyses de 2013. Toutefois, cette dernière fut sans commune mesure avec ce qui fut quantifié dès en amont du rejet de la STEU de Saône, où le niveau de cette pollution des Grands Terreaux par les pesticides y est extrême, et paraît décorrélé de la contamination par les nitrates. Une partie des substances quantifiées ont des usages exclusivement biocides, i.e. non agricoles, et il paraît vraisemblable que cette pression croisse encore ostensiblement à l'aval du rejet de la STEU.

Plus en aval et après confluence avec le ruisseau du Marais, au niveau de la station RCO, la pollution par les pesticides y demeure encore très élevée, les variations interannuelles pouvant s'expliquer par les contextes hydrologiques plus ou moins favorables à des phénomènes de dilution (et donc de seuils de quantification).

	Paramètres	Nb quantif. 2013	Conc. moyenne 2013 (µg/L)	Nb quantif. 2021	Conc. moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantif. 2022	Conc. moyenne 2022 (µg/L)	Nb quantif. 2023	Conc. moyenne 2023 (µg/L)	Nb quantif. 2024	Conc. moyenne 2024 (µg/L)
6028140	AMPA	1	0,77								
	Glyphosate	3	0,06								
	Atrazine déséthyl	1	0,01								
	Total Pesticides	5	0,19								
6028100	2,4-D					1	0,0320				
	2,4-MCPA									1	0,5030
	Aminotriazole	1	0,32			1	0,0510				
	AMPA	4	0,75	5	0,4838	6	2,3990	5	0,7034	5	0,6788
	Dichlorvos							1	0,0005	1	0,0004
	Fipronil	2	0,01	2	0,0075	3	0,0287	2	0,0110	1	0,0130
	Fluroxypyr									1	0,0620
	Glyphosate	3	0,16	3	0,0850	3	0,2587	2	0,1550	1	0,1780
	Imidaclopride					3	0,0280	3	0,0133	1	0,0270
	Isodrine					1	0,0012				
	Métaldéhyde	2	0,02								
	Napropamide							1	0,0100		
	Propiconazole			1	0,0180	3	0,0583	3	0,0140	1	0,0050
	S-Métolachlor					1	0,0620				
	Terbutryne					3	0,0207	1	0,0070	1	0,0120
	Triclopyr	1	0,02								
	Diuron	3	0,15			3	0,0107	2	0,0075		
	Nitrofène					1	0,0080				
	Métolachlor (dont S-metolachlor)			1	0,0160	2	0,0345			1	0,0080
	Atrazine déséthyl	2	0,01								
	Oxadiazon	2	0,01			1	0,0060				
	Aclonifène	1	0,02								
	Métazachlor			1	0,0100						
	Diazinon							1	0,0070		
	HCH gamma			1	0,0017	3	0,0018				
	Piperonil butoxyde			1	0,0320	2	0,0255	1	0,0080		
	Thiabendazole					3	0,0073	1	0,0190		
	Diflufenican			2	0,0020	4	0,0020				
	Chlortoluron	1	0,11	1	0,0370	5	0,0100	1	0,0130	1	0,0060
	Dimetachlore					1	0,0180				
	Dimethenamide (dont dimethenamide-P)			2	0,0215						
	Diméthénamide ESA			1	0,0220						
	Endosulfan sulfate			1	0,0033						
	Tebuconazole					1	0,0210	2	0,0055		
	MCP (Mecoprop) total (dont MCP-P)					2	0,0115	1	0,0050	1	0,0070
	2,4-DP (dichlorprop) total (dont dichlorprop-P)					1	0,1640				
	Boscalid					2	0,0060				

	Ethofumesate					1	0,0060				
	Cyproconazol					1	0,0070				
	Metconazole					1	0,0070				
	Nicosulfuron					1	0,0050				
	Clomazone					1	0,0260				
	fluxapyroxade					1	0,0070				
	Azoxystrobine							1	0,0060		
	Metolachlor OXA									1	0,0270
	Imazamethabenz									1	0,0060
	Total Pesticides	22	0,21	22	0,1307	62	0,2624	28	0,1440	18	0,2360
6028110	2,4-D	1	0,07								
	2,4-MCPA	1	0,10								
	AMPA	2	2,37								
	Fipronil	2	0,03								
	Glyphosate	2	0,88								
	Imidaclopride	2	0,02								
	Métaldéhyde	3	0,03								
	Terbutryne	1	0,03								
	Triclopyr	1	0,10								
	Diuron	2	0,15								
	Atrazine 2-hydroxy	2	0,03								
	Atrazine déséthyl	1	0,01								
	Oxadiazon	2	0,02								
	2,4-D-ester	1	0,06								
	Carbendazime	1	0,05								
	Diazinon	1	0,01								
	Lindane (HCH gamma)	1	0,03								
	Piperonil butoxyde	1	0,02								
	Thiabendazole	1	0,03								
	Diflufenican (Diflufenicanil)	1	0,01								
	Fenhexamid	1	0,01								
	Somme des isomères de l'HCH (sauf HCH epsilon)	1	0,03								
	Thionazin	1	0,10								
	Chlortoluron (chlorotoluron)	1	0,83								
	Total Pesticides	33	0,26								

Tableau 120. Pesticides dissous quantifiés dans le Marais de Saône et les Grands Terreaux entre 2013 et 2024.

2. Autres micropolluants

Support eau

	Paramètres	Nb quantif. 2013	Conc. moyenne 2013 (µg/L)	Nb quantif. 2021	Conc. moyenne 2021 (µg/L)	Nb quantif. 2022	Conc. moyenne 2022 (µg/L)	Nb quantif. 2023	Conc. moyenne 2023 (µg/L)	Nb quantif. 2024	Conc. moyenne 2024 (µg/L)
6028140	Autres MPO										
	Phosphate de tributyle	1	0,007								
	Total Autres MPO	1	0,007								
6028100	COV										
	N-Butylbenzenesulfonamide					1	0,1800	2	0,2020	1	0,1450
	Xylène-méta					1	0,1200				
	Xylène-ortho					1	0,0540				
	Xylène-para					1	0,1200				
	Chloroforme					1	0,7200				
	Total COV					5	0,2388	2	0,2020	1	0,1450
	Médicaments										
	Ibuprofene			4	0,1103	3	0,0857	4	0,0255	3	0,0190
	Metformine			5	0,5452	6	0,5539	5	0,3193	6	0,1899
	Acide niflumique			5	0,0386	6	0,1455	3	0,1000	1	0,0370
	Total Médicaments			14	0,2400	15	0,2969	12	0,1665	10	0,1233
	Autres MPO										
	4-tert-butylphénol							1	0,0130	2	0,0280
	Acide diatrizoïque					1	0,1460				
	Anthraquinone			1	0,0050	3	0,0113	1	0,0060	1	0,0050
	Benzotriazole					6	0,5210	4	0,1873	4	0,1068
	Bisphenol A			1	0,1010	1	0,0700				
	Diphenylurée					2	0,0100	1	0,0080		
	Galaxolide					5	0,2884	3	0,1427	3	0,0663
	méthylphénol-3 , méthylphénol-4									1	0,0200
	Monobutylétain cation					2	0,0545				
	Monooctylétain cation					1	0,0005				
	Nitrophénol-2							3	0,0353	1	0,0220
	Phosphate de tributyle	2	0,014	2	0,0160	1	0,0130			1	0,0060
	Tolyltriazole					6	0,2887	4	0,0665	4	0,0253
	Cyclophosphamide			1	0,0030	1	0,0050			1	0,0020
	Dalapon					2	0,1005	1	0,0240		
	Méthylisothiazolinone							1	0,6360		
	2,6-di-tert-butyl-4-méthylphénol							1	0,1000		
	Tétraphénylétain									1	0,0059
	Clopyralide									1	0,0860
	Total Autres MPO	2	0,014	5	0,0282	31	0,2225	20	0,1168	20	0,0465

Tableau 121. Micropolluants dissous quantifiés dans le Marais de Saône entre 2013 et 2024.

	Paramètres	Nb quantif. 2013	Conc. moyenne 2013 (µg/L)
6028110	Autres MPO		
	Anthraquinone	1	0,016
	Phosphate de tributyle	2	0,036
	Total Autres MPO	3	0,029

Tableau 122. Micropolluants dissous quantifiés dans les Grands Terreaux en 2013.

	Nb campagnes/an		6028140	6028100	6028110
2013	4	Nombre de substances quantifiées	1	2	3
		Nombre de substances recherchées	60	60	60
2021	5	Nombre de substances quantifiées		19	
		Nombre de substances recherchées	0	344	0
2022	6	Nombre de substances quantifiées		51	
		Nombre de substances recherchées	0	1228	0
2023	5	Nombre de substances quantifiées		34	
		Nombre de substances recherchées	0	1024	0
2024	6	Nombre de substances quantifiées		31	
		Nombre de substances recherchées	0	1217	0

Tableau 123. Efforts analytiques et niveaux de contamination par les micropolluants dissous (hors pesticides) dans le ruisseau du Marais de Saône entre 2013 et 2024.

En 2013, seule une contamination diffuse par quelques substances ubiquistes (plastifiant) fut observée dans les 3 stations investiguée. Toutefois, les efforts analytiques de 2013 furent nettement moindres comparées aux suivis engagés en 2021 et plus encore à compter de 2022. Ainsi, ce sont jusqu'à 51 quantifications de micropolluants hors pesticides qui furent mesurées dans la station RCO en 2022.

Si la présence de quelques substances médicamenteuses illustre une nouvelle fois l'occurrence d'une pression domestique, la grande majorité de cette pollution provient d'activités industrielles ou assimilées (et demeure encore actuelle).

Support sédiments

		6028140	6028100	6028110
2013	Nombre de substances quantifiées	14	14	10
	Nombre de substances recherchées	63	63	63

Tableau 124. Efforts analytiques et niveaux de contamination par les micropolluants (hors pesticides) adsorbés sur le sédiment dans le ruisseau du Marais de Saône en 2013.

Les contaminations sédimentaires par les micropolluants n'ont été investiguées qu'en 2013. Il a alors été mis en évidence des niveaux contaminations élevés par les HAP dans les têtes de bassin des ruisseaux du Marais et des Grands Terreaux (et faible au niveau de la station RCO), ainsi qu'une pollution diffuse par des substances ubiquistes (notamment plastifiants), là aussi davantage marquée dans les têtes de bassin des 2 affluents.

	Paramètres	Nb quantif. 2013	Conc. moyenne 2013 (µg/L)
6028140	HAP		
	Anthracène	1	21
	Benzo(a)anthracène	1	286
	Benzo(a)pyrène	1	372
	Benzo(b)fluoranthène	1	493
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	314
	Benzo(k)fluoranthène	1	185
	Chrysène	1	453
	Dibenzo(a,h)anthracène	1	135
	Fluoranthène	1	504
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	581
	Phénanthrène	1	263
	Pyrène	1	537
	Total HAP	12	345,33
	PBDE : Diphényléthers bromés		
	Pentabromodiphényl éther (congénère 99)	1	0,36
	Total PBDE : Diphényléthers bromés	1	0,36
6028100	Phtalates		
	Di(2-ethylhexyl)phtalate	1	381
	Total Phtalates	1	381
6028100	HAP		
	Benzo(a)anthracène	1	29
	Benzo(a)pyrène	1	40
	Benzo(b)fluoranthène	1	58
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	28
	Chrysène	1	55
	Fluoranthène	1	51
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	69
	Phénanthrène	1	25
	Pyrène	1	52
	Total HAP	9	45,22
	Phtalates		
	Di(2-ethylhexyl)phtalate	1	56
	Total Phtalates	1	56
6028110	HAP		
	Anthracène	1	36
	Benzo(a)anthracène	1	254
	Benzo(a)pyrène	1	224
	Benzo(b)fluoranthène	1	274
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	165
	Benzo(k)fluoranthène	1	121
	Chrysène	1	323
	Dibenzo(a,h)anthracène	1	72
	Fluoranthène	1	505
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	343
	Phénanthrène	1	387
	Pyrène	1	424
	Total HAP	12	260,67
	PBDE : Diphényléthers bromés		
	Pentabromodiphényl éther (congénère 99)	1	0,31
	Total PBDE : Diphényléthers bromés	1	0,31
6028110	Phtalates		
	Di(2-ethylhexyl)phtalate	1	429
	Total Phtalates	1	429

Tableau 125. Micropolluants adsorbés sur sédiments quantifiés en 2013

3. Métaux lourds

ETM	6028140	6028110	6000295
Arsenic	8,40	5,90	13,80
Cadmium	0,50	1,00	<LQ
Chrome	40,70	45,60	52,30
Cuivre	26,80	40,70	14,80
Mercure	0,12	0,41	0,06
Nickel	24,80	30,40	34,50
Plomb	24,80	35,30	27,10
Zinc	141,00	226,00	100,00

Tableau 126. Concentrations sédimentaires en ETM dans la station le ruisseau du Marais de Saône et ses affluents en 2019 (mg/Kg MS). Couleurs = SEQ-Eau.

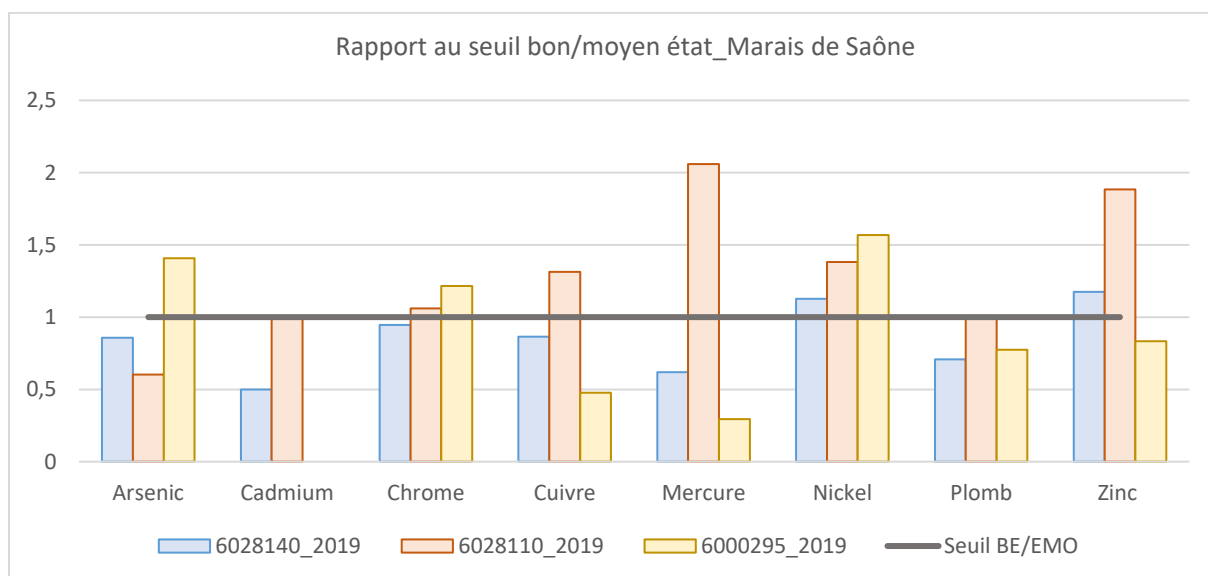


Figure 160. Profil de contamination sédimentaire du Marais de Saône et ses affluents (rapports au seuil bon/moyen du SEQ Eau).

Les sédiments dans le marais de Saône sont globalement assez nettement pollués par les métaux lourds.

Parmi les 3 stations investiguées, la station RCO s'avère la plus contaminée, en particulier par le mercure et le zinc (seul l'arsenic n'atteint pas le seuil d'une qualité moyenne).

On remarque aussi que le ruisseau du Moulin, dont la physico-chimie est pourtant globalement préservée, n'échappe pas à cette pollution par les ETM (dont le zinc et le nickel).

Compte tenu du caractère ponctuel de cette mesure et des fortes contaminations mises en évidence, une réactualisation de l'information s'avérerait pertinente.

F. Hydrobiologie

1. Diatomées

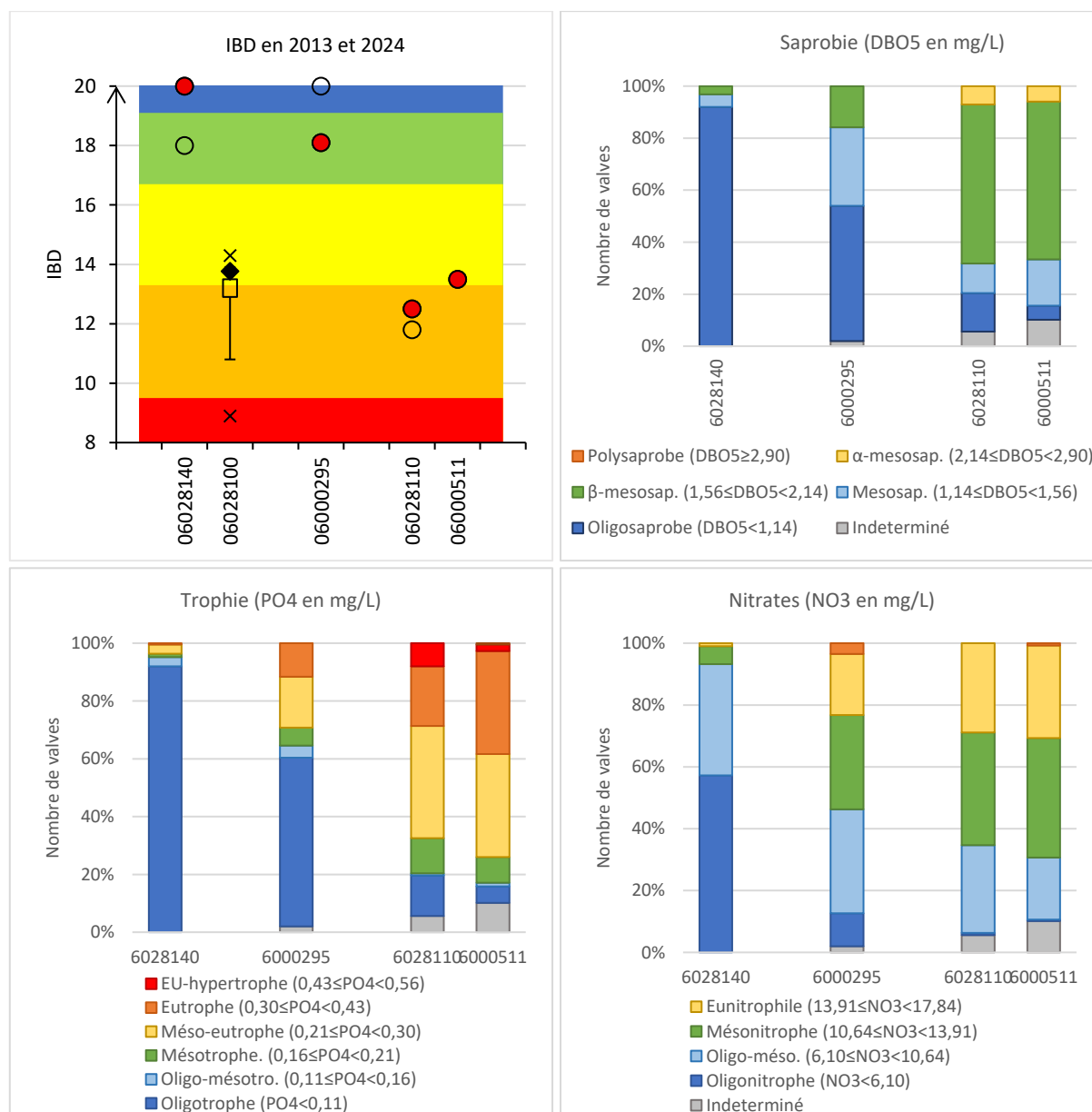


Figure 161. Valeurs de l'IBD (classes d'état DCE ; ronds rouges : données 2024 ; cercles noirs : données 2013 ; boxplot : données 2022-2024), et profils de sensibilité des communautés diatomiques en 2024 aux paramètres DBO5 (en haut à droite) PO4 (en bas à gauche) et NO3 (en bas à droite).

La qualité diatomique de la partie apicale du ruisseau des Marais s'est améliorée entre 2013 et 2024 (désormais excellente), possiblement en lien avec la suppression du rejet de la STEU de La Véze. Une trajectoire inverse est en revanche engagée sur le ruisseau du Marais (plus forte tolérance aux nitrates), sans que cela ne soit pour autant corroboré par les analyses physico-chimiques.

Les qualités diatomiques des Grands Terreaux et de la station RCO sont en revanche très fortement altérées, et en particulier caractérisées par une grande tolérance aux dystrophies phosphorées.

Ainsi, l'IBD dispose d'une valeur en 2024 s'inscrivant dans la médiane de ce qui habituellement mesuré dans la station RCO, ce qui correspond aux 13,5% des valeurs les plus faibles dans le bassin « Doubs ». Pour les Grands Terreaux amont rejet, malgré un « record » en 2024, l'IBD est parmi les 12,5% les plus faibles du bassin.

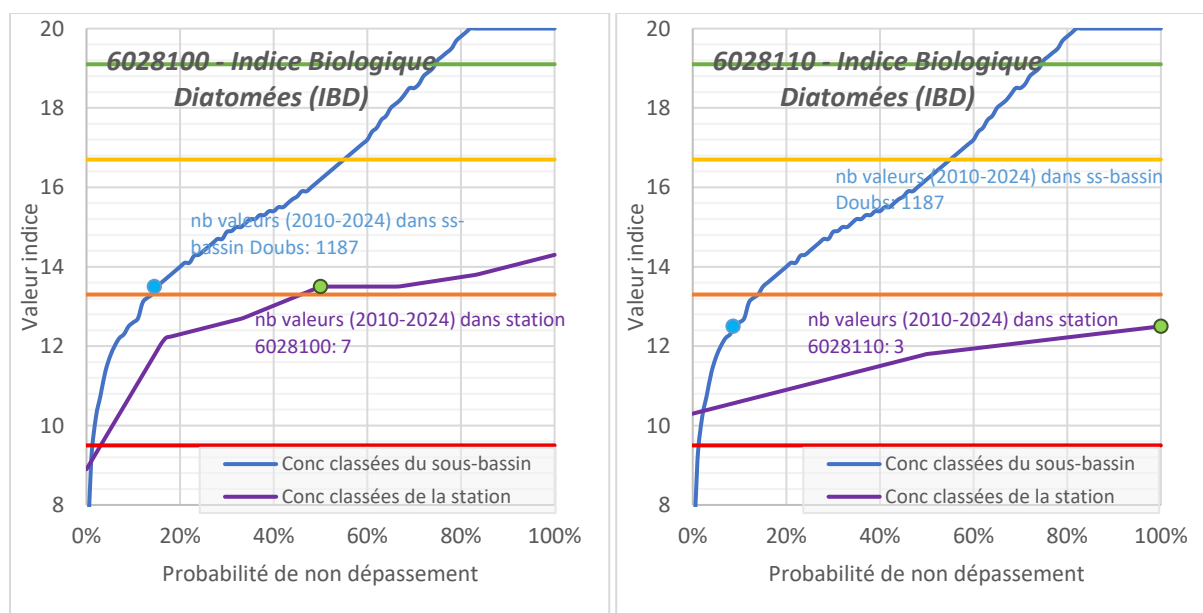


Figure 162. Probabilités d'observer les valeurs 2024 de l'IBD (points) par rapport à ce qui est habituellement observé dans la station (courbe violette, lorsqu'un historique est disponible) et plus globalement dans le bassin hydrographique du Doubs (courbe bleue). A gauche : station RCO sur le ruisseau du Marais ; A droite : station sur les Grands Terreaux en amont du rejet de la STEU de Saône.

2. Macro-invertébrés

Bien que déjà dysfonctionnelle, la communauté macrobenthique du ruisseau du Moulin est la moins altérée des 5 stations considérées. Les valeurs des indices globaux de 2024 s'y inscrivent dans la gamme de valeurs déjà mesurées par le passé. On remarque notamment que c'est la station qui dispose de la plus grande sensibilité des taxons, ce qui s'inscrit en cohérence avec la plus grande préservation physico-chimique qui y a été observée.

La communauté présente dans la partie apicale du ruisseau du Marais se caractérise pour sa part par un accroissement significatif en 2024 de la variété taxonomique (gain suite à une restauration morphologique proche ?), mais la qualité globale du macrobenthos demeure fortement pénalisée du fait de l'absence de groupes sensibles (potentiel pourtant en croissance suite aux évolutions favorables de la physico-chimie).

Les très fortes altérations morphologiques et qualitatives du ruisseau des Grands Terreaux confèrent comme attendu des conditions très défavorables au macrobenthos, dont les états demeurent mauvais dès l'amont du rejet de la STEU de Saône.

Enfin, la station RCO dispose d'une qualité macrobenthique elle aussi très altérée, avec des bio-indications de pressions globalement similaires (quoique d'une intensité légèrement moindre) à celles opérant dans les Grands Terreaux.

Plus généralement, la faiblesse des indices SPEAR-pesticides souligne la forte vulnérabilité des communautés à la pression par les substances toxiques (Grands Terreaux en tête), bien que cette évaluation soit biaisée par les très fortes déstructurations des communautés en place.

Afin d'illustrer ces degrés d'altération, les valeurs de l'I2M2 de ces stations les plus dysfonctionnelles (Grands Terreaux et la station RCO) s'inscrivent ainsi en 2024 parmi les 1,4%-2,8% des valeurs les plus faibles enregistrées dans le bassin du Doubs depuis 2010.

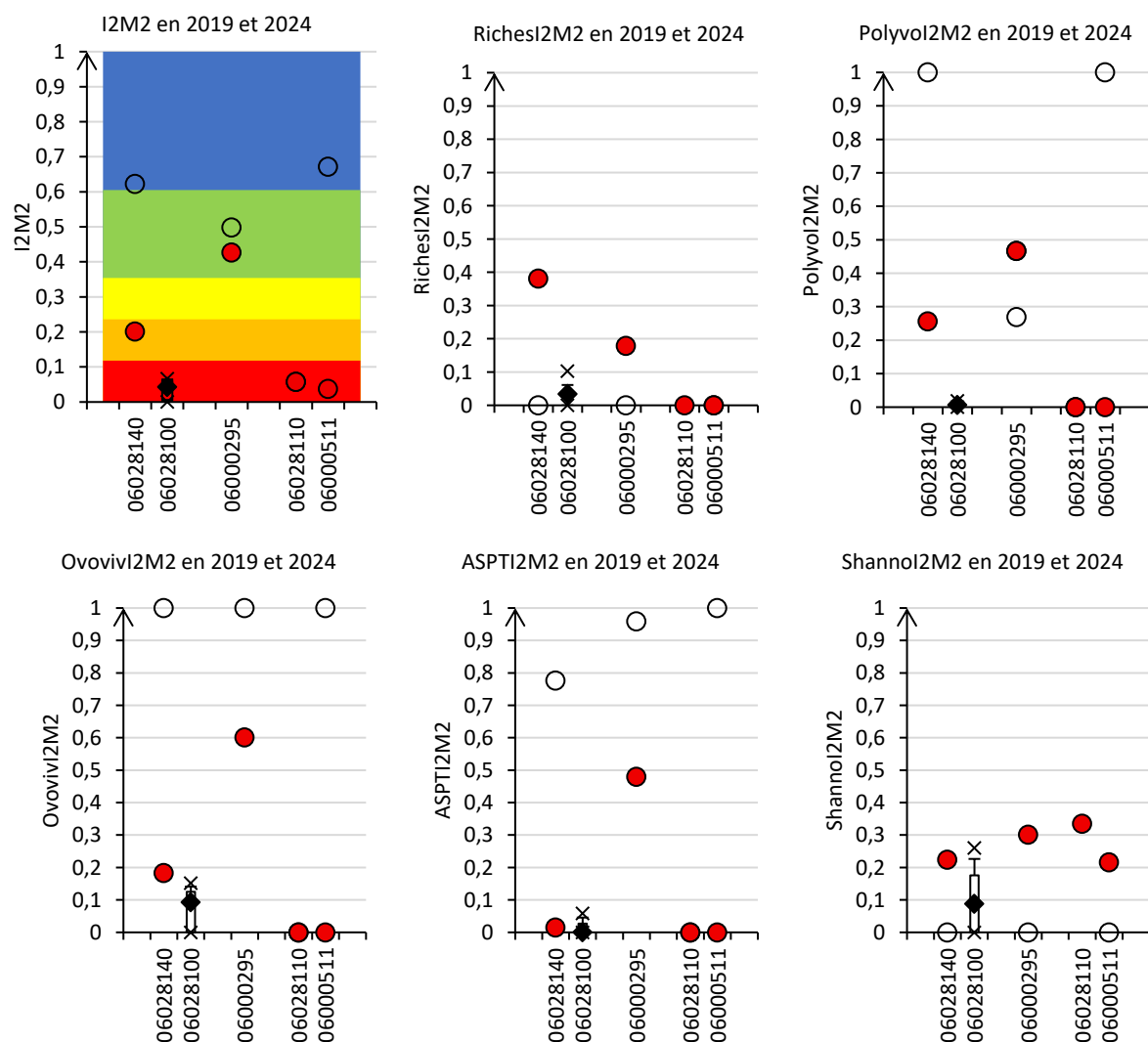


Figure 163. I2M2 et métriques élémentaires associées mesurés en 2019 (ronds noirs) et en 2024 (ronds rouges). Données 2020-2024 pour la station RCO 6028100. Triangle noir = moyenne.

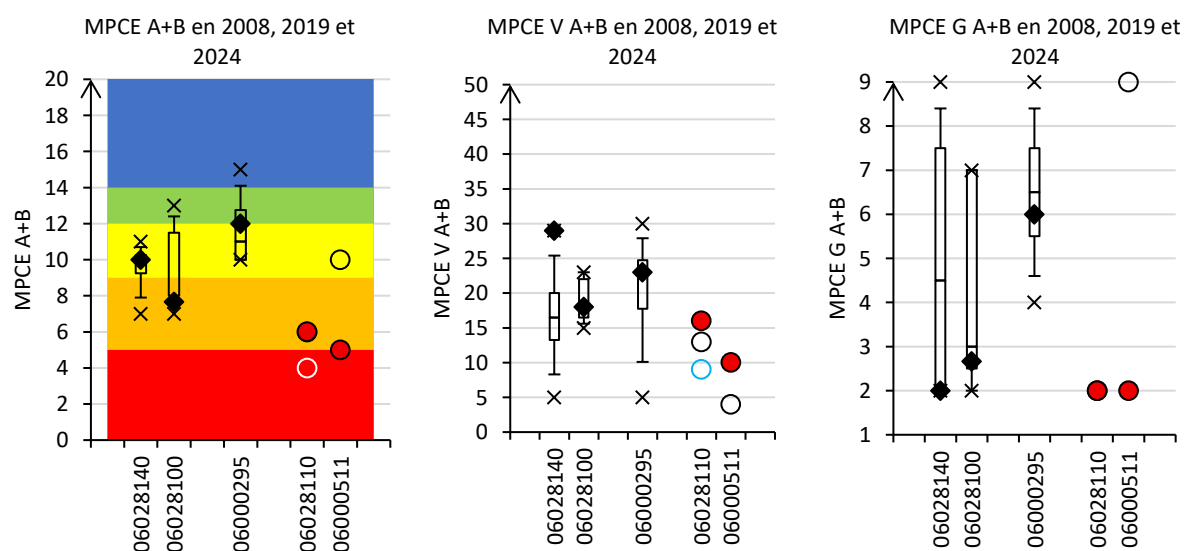


Figure 164. IBG-DCE et métriques associées (variété et rang du groupe indicateur) mesurés en 2008 (ronds bleus), 2019 (ronds noirs ou blancs) et en 2024 (ronds rouges). Données 2008-2024 pour les boxplots (losange : moyenne).

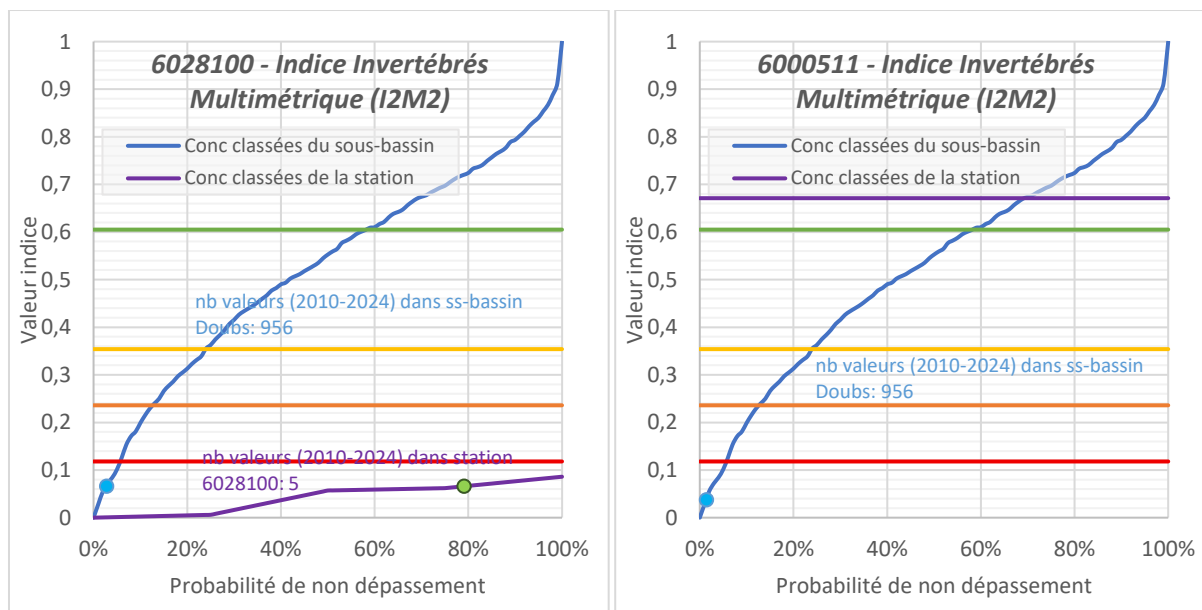


Figure 165. Probabilités d'observer les valeurs 2024 de l'I2M2 (points) par rapport à ce qui est habituellement observé dans la station (courbe violette, lorsqu'un historique est disponible) et plus globalement dans le bassin hydrographique du Doubs (courbe bleue). A gauche : station RCO sur le ruisseau du Marais ; A droite : station sur les Grands Terreaux en aval du rejet de la STEU de Saône.

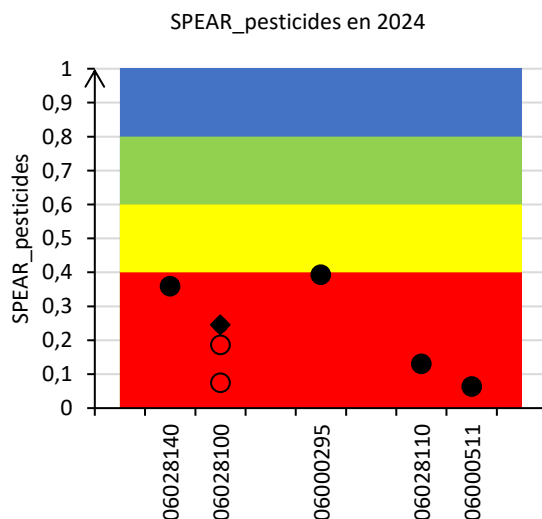


Figure 166. Valeurs de l'indice SPEAR pesticide des communautés macrobenthiques dans les Marais de Saône en 2024. Données 2020-2022 pour la station RCO (triangle noir = moyenne). Les classes de qualités sont celles relatives à l'indice *sensu stricto*, indépendant des états DCE.

G. Synthèse

Malgré une pression anthropique multiple mais globalement modérée (pollution par les nitrates et métaux lourds), le ruisseau du Moulin s'avère être le moins altéré des milieux investigués.

La partie apicale du ruisseau du Marais dispose pour sa part d'une nette diminution des dystrophies azotées et phosphorées depuis la suppression de la STEU de La Véze en 2019. Sa qualité diatomique et diversité macrobenthique en hausse bénéficient aussi possiblement des travaux d'amélioration de sa morphologie en amont proche. Néanmoins, des pressions agricoles et industrielles y demeurent encore bien présentes (HAP, micropolluants, nitrates).

Plutôt peu contaminé par les nitrates, le ruisseau des Grands Terreaux s'avère en revanche extrêmement pollué par les micropolluants, notamment des pesticides à usages biocides et quelques substances ubiquistes (type plastifiants). A cela s'ajoute des dystrophies azotées et phosphorées en forte diminution mais demeurant toutefois encore élevées dès l'amont du rejet de la STEU de Saône. L'origine de cette contamination et amélioration « amont rejet » demeure à être élucidée : impact de rejets plus apicaux (fossé, sources dans l'étang en amont...) et/ou impact du décalage plus en aval du rejet de la STEU de Saône (et donc suppression d'éventuels remontées vers l'amont dans le milieu récepteur à tendance lentique) ? Des investigations complémentaires devraient permettre de lever certaines de ces hypothèses (e.g. mesures à l'aval immédiat de l'étang et dans le fossé en amont de cet étang).

Ce rejet de la STEU accroît ostensiblement ces pressions trophiques préexistantes, et celles-ci demeurent *in fine* très élevées en aval du rejet (pollution parmi les quelques pourcents les plus élevés du bassin Doubs).

Bien que ne pouvant être directement évalué, cette forte pollution des Grands Terreaux concoure vraisemblablement en grande partie aux forts dysfonctionnements physico-chimiques (et biologiques) de la station RCO (localisée sur le ruisseau du Marais en aval immédiat de la confluence). Là aussi la contamination par les pesticides y est très élevée, et la pression trophique encore très forte. En outre, le suivi récurrent de cette station a aussi permis de mettre en évidence une forte contamination conjointe par des substances d'origine industrielle.

Enfin, la pression organique s'avère élevée dans l'ensemble des milieux considérés, du fait de la nature du BV (milieux très humides), mais aussi de la rectification des tracés (e.g. ruisseau des Grands Terreaux envasé) et de la pression conjointe exercée par les rejets domestiques (apical et STEU de Saône), ainsi que la présence de quelques plans d'eau en travers.

En conclusion, malgré plusieurs améliorations ostensibles (rejet apical sur les Grands Terreaux et suppression du rejet de la STEU de la Véze), les états biologiques demeurent encore dans l'ensemble très dégradés, le ruisseau du Moulin pouvant toutefois être considéré comme un potentiel d'amélioration atteignable.

PARTIE 3 – Approche assainissement

Cette approche vise par comparaison amont-aval à évaluer l'incidence d'installations d'épuration des eaux domestiques sur le milieu récepteur. 4 campagnes de mesures physico-chimiques ainsi qu'une campagne hydrobiologique (diatomées et macro-invertébrés) ont ainsi été investiguées dans chacune des stations.

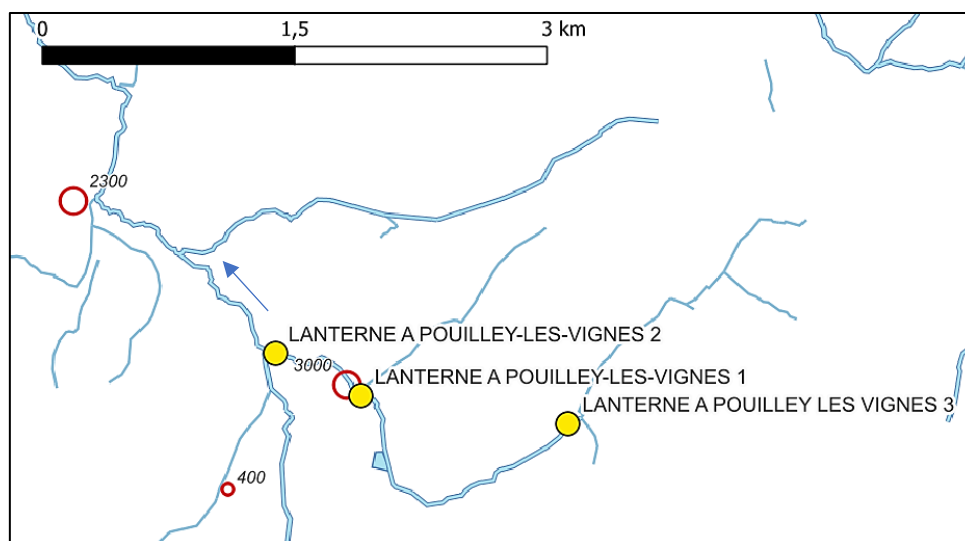
I. La Lanterne

A. Localisation et contexte

Le ruisseau de la Lanterne fait actuellement l'objet de travaux de renaturation sur plusieurs tronçons (Pelousey en 2019, Chaucenne en 2019 et 2022). D'autres secteurs sont à l'étude (Montcley, Pouilley-les-Vignes).

Le but du suivi 2024 est de permettre l'actualisation des connaissances sur la partie amont du ruisseau visant 2 objectifs principaux :

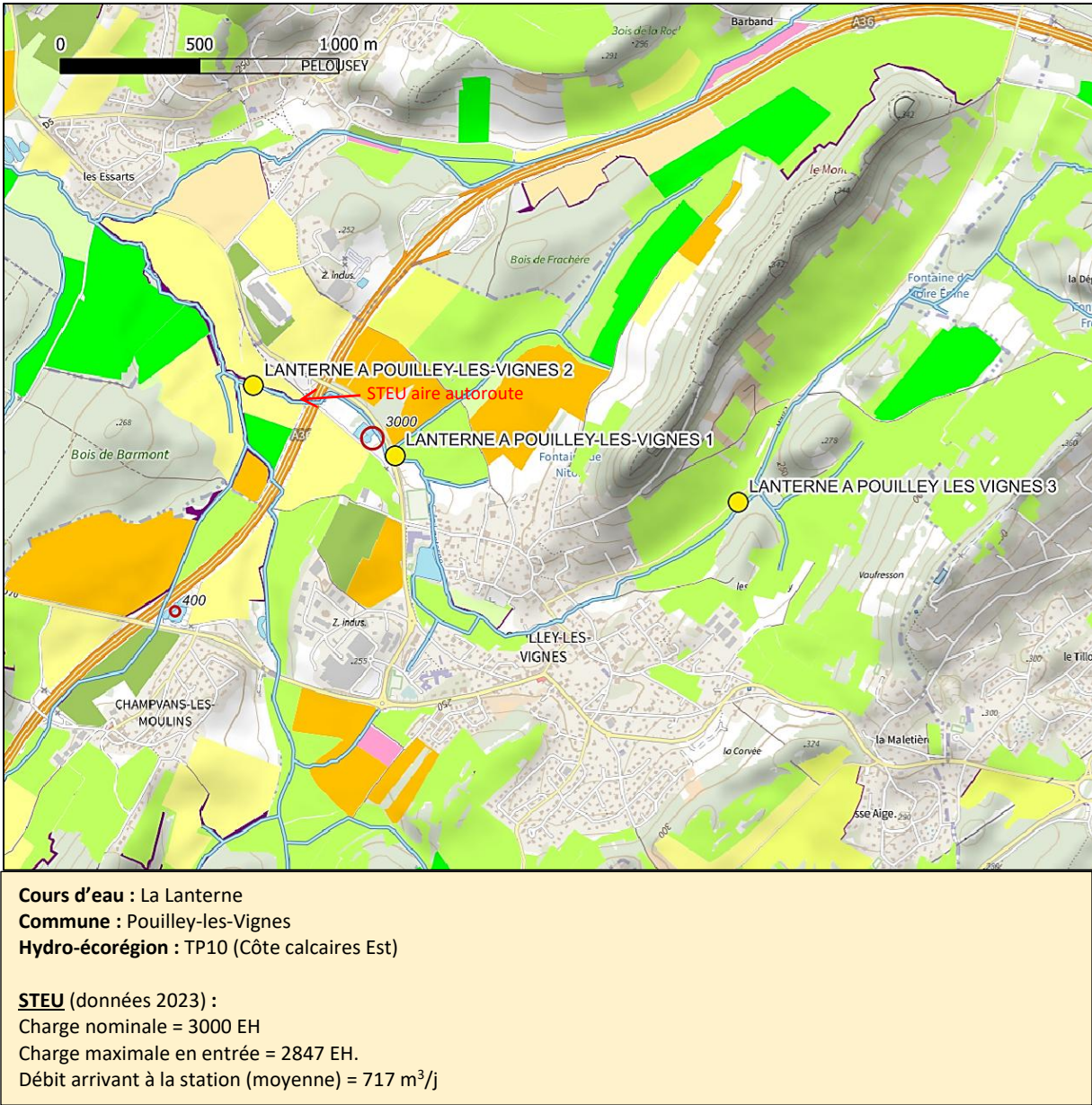
- **Evaluer l'impact de la station d'épuration** de la commune de Pouilley-les-Vignes et apprécier l'évolution de la qualité physico-chimique et biologique par rapport aux données antérieures de 2013-2014 (analyses effectuées par le Département) ;
- **Préciser l'état initial** du cours d'eau avant d'éventuels travaux de restauration et estimer les éventuels freins au gain biologique.



Carte 33. Hydrographie de la Lanterne. Localisation des stations investiguées en 2024. Cercle rouge : STEU et nombre d'équivalent-habitants (EH).

Les 3 stations investiguées, localisées dans la partie apicale de la Lanterne, correspondent à :

- un amont agglomération (Pouilley-les-Vignes 3) ;
- un amont immédiat rejet de la station d'épuration (Pouilley-les-Vignes 1) ;
- un aval proche station d'épuration et aval proche aire autoroute (ainsi que quelques grandes cultures ; Pouilley-les-Vignes 2).



Carte 34. BV de la partie apicale de la Lanterne : contexte de prairies, grandes cultures et forte urbanisation. Cercle rouge : STEU et nombre d'équivalent-habitants (EH). Encadré jaune : données 2023 de la STEU.

Cours d'eau	Libellé SANDRE	Code Agence de l'Eau	PHYSICO-CHIMIE DE BASE (COD, DBO5, NH4, NO2, NO3, DCO, NTK, MEST, PO4, Ptot)	Macro-invertébrés	DIATOMEES
Lanterne	LANTERNE A POUILLEY LES VIGNES 3	06438530	4	1	1
Lanterne	LANTERNE A POUILLEY-LES-VIGNES 1	06438100	4	1	1
Lanterne	LANTERNE A POUILLEY-LES-VIGNES 2	06438200	4	1	1

Tableau 127. Programme analytique de 2024 (suivi départemental).

B. Etat écologique DCE

Code station	06438530	06438100	06438200
ETAT ECOLOGIQUE	Mauvais	Mauvais	Mauvais
Etat Biologique	Mauvais	Mauvais	Mauvais
Diatomées	Bon	Moyen	Moyen
Macroinvertébrés	Mauvais	Mauvais	Mauvais
Poissons	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Macrophytes	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Eléments physico-chimiques généraux	Bon	Médiocre	Mauvais
Bilan de l'oxygène	Bon	Moyen	Mauvais
Oxygène dissous	Bon	Moyen	Mauvais
Taux de saturation en O2 dissous	Bon	Moyen	Médiocre
Carbone Organique dissous	Très bon	Bon	Moyen
DBO5	Très bon	Très bon	Très bon
Nutriments	Bon	Très bon	Mauvais
Ammoniaque-Ammonium	Bon	Moyen	Mauvais
Nitrites	Très bon	Très bon	Médiocre
Nitrates	Très bon	Très bon	Très bon
Orthophosphates	Très bon	Médiocre	Mauvais
Phosphore total	Bon	Médiocre	Mauvais
Acidification	Très bon	Très bon	Très bon
Température	Très bon	Bon	Moyen
Polluants spécifiques	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Polluants synthétiques	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié
Polluants non synthétiques	Non qualifié	Non qualifié	Non qualifié

Tableau 128. Synthèse des états écologiques DCE partiels des stations investiguées en 2024.

Les états macrobenthiques déclassent systématiquement les 3 stations en un mauvais état écologique. Néanmoins, en excluant ce paramètre, et donc en considérant les états diatomiques et physico-chimiques, on constate une nette dégradation progressive d'amont en aval avec des états *a minima* « bons » en amont de l'agglomération, des déclassements jusqu'à « médiocre » en amont de la station d'épuration, puis une majorité de « mauvais états » en aval de cette-dernière (STEU domestique et aire d'autoroute).

Les chapitres suivants sont destinés à approfondir ce premier constat global et à en mieux cerner les pressions qui en sont à l'origine.

C. Physico-chimie

Les résultats d'analyses de 2024 sont comparés, par groupes de paramètres, à ceux réalisés dans les mêmes stations amont agglomération et aval station d'épuration il y a une décennie (2013-2014). La station amont immédiat station d'épuration n'avait pas été investiguée lors du premier suivi.

➤ Température et pression organique

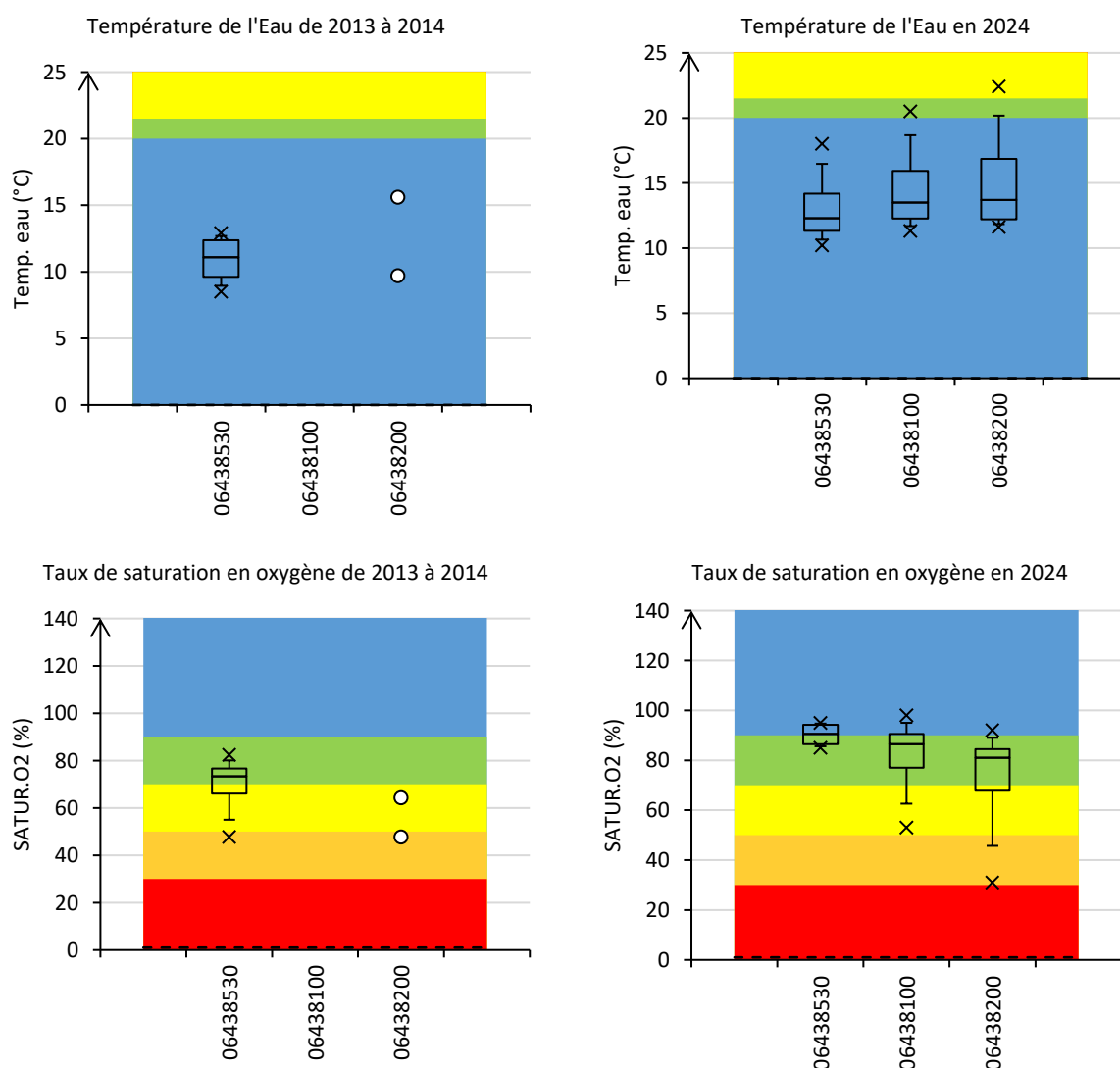


Figure 167. Variabilité de la température de l'eau (mesures ponctuelles) et de la saturation en oxygène dissous dans la Lanterne. Comparaison lors des 2 suivis.

Malgré la localisation en tête de bassin et la proximité géographique entre stations, on observe d'une part une température de l'eau globalement moins fraîche que potentiellement attendu, et d'autre part un net réchauffement longitudinal. Ceci est ou moins pour partie la conséquence très vraisemblable des fortes altérations de la morphologie du cours d'eau.

La pression organique croît pour sa part ostensiblement d'amont en aval, ceci pour l'ensemble des paramètres considérés (sat. O₂, COD, DBO₅, DCO). On notera qu'une pression organique pré-existe au niveau de la station amont, bien que celle-ci s'avère globalement modérée et sans commune mesure avec ce qu'elle est à l'aval de la station d'épuration. Cette forte pression organique se traduit ainsi en une vulnérabilité à des fortes hypoxies, y compris en 2024 hors contexte sécheresse/canicule...

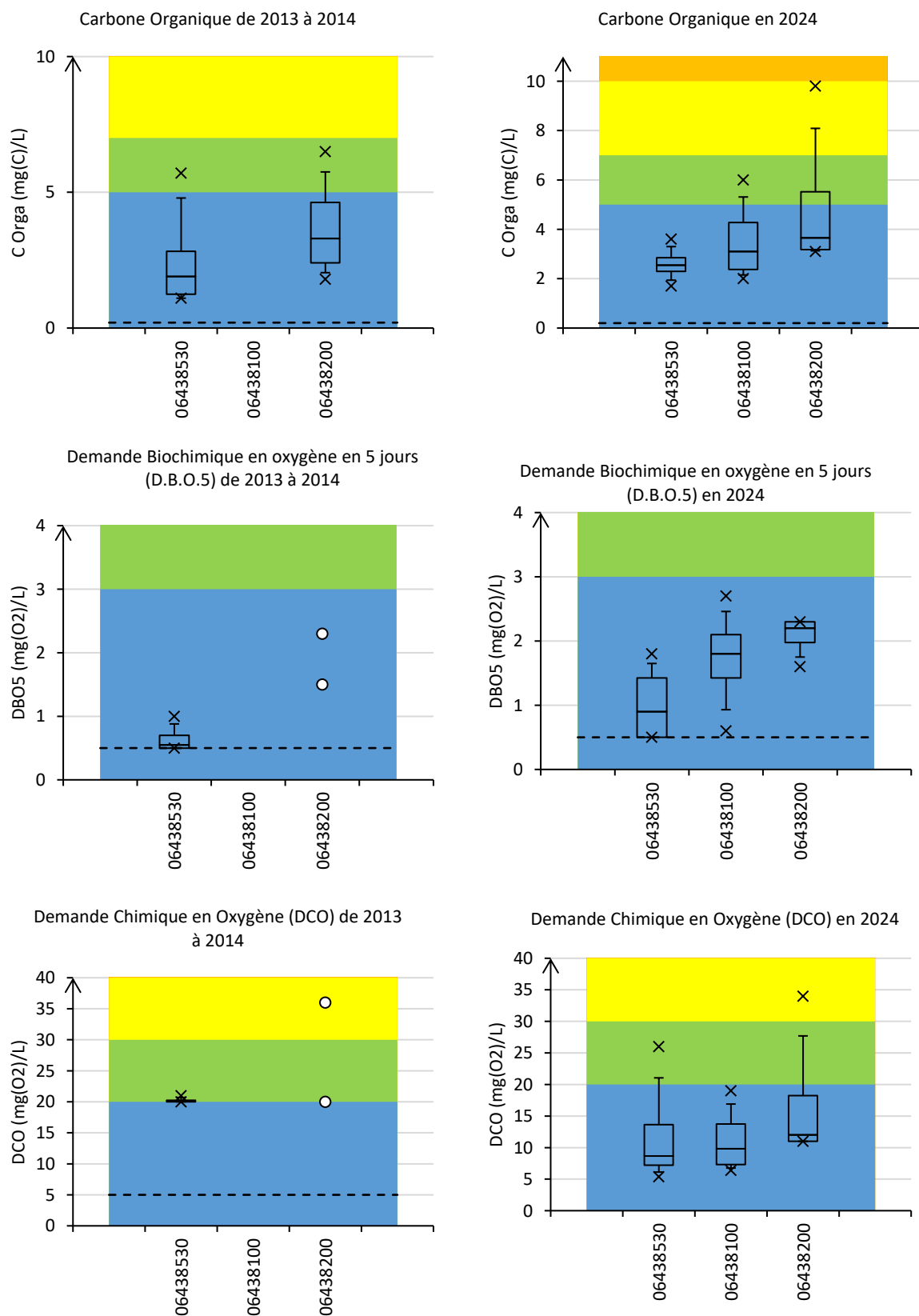


Figure 168. Variabilité des paramètres liés à la pression organique dans la Lanterne. Comparaison lors des 2 suivis.

Des constats similaires étaient déjà observés il y a une décennie, avec peut-être un léger accroissement de la pression en 2024.

➤ Matières phosphorées

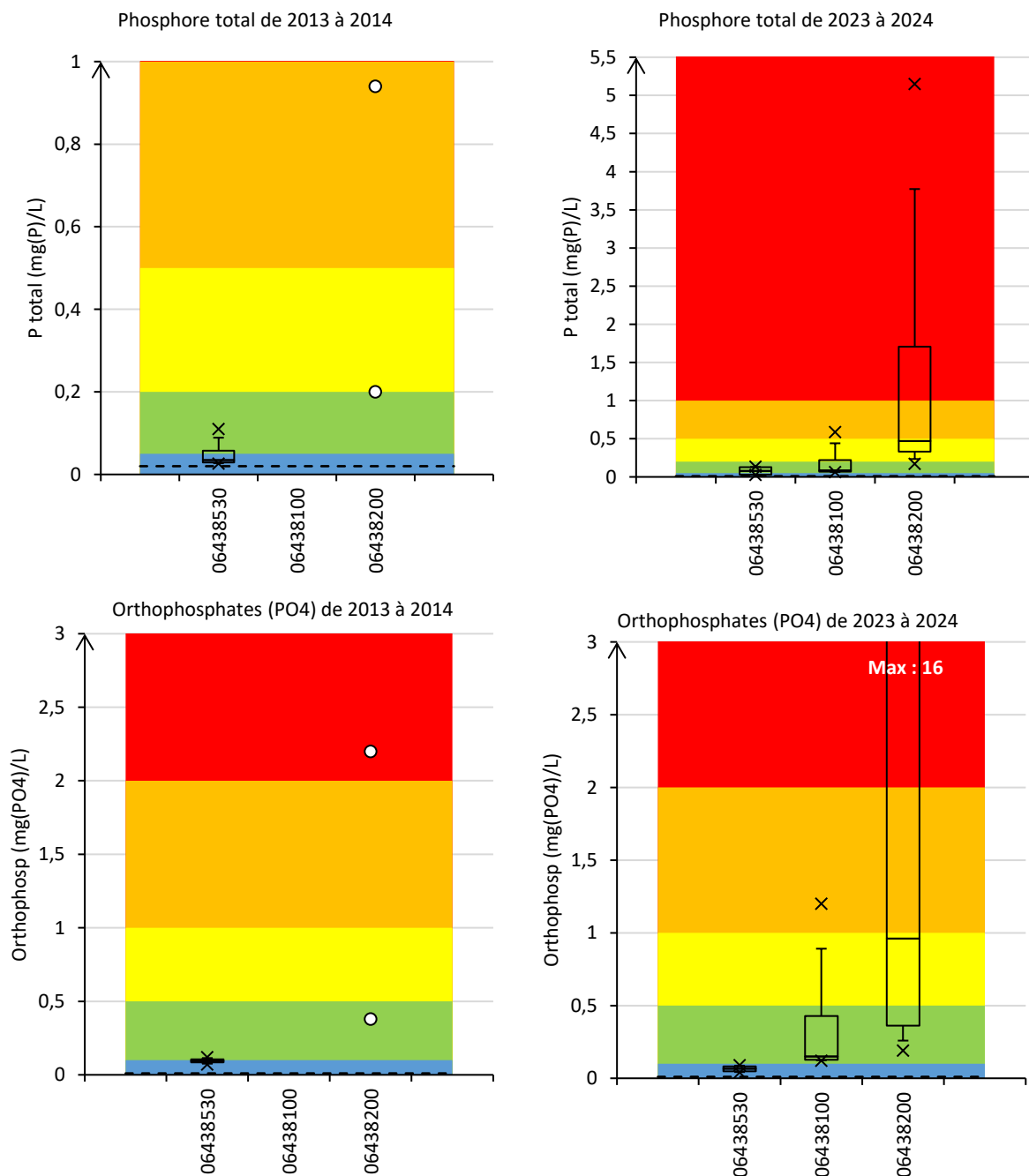


Figure 169. Variabilité des teneurs en matières phosphorées dans la Lanterne. Comparaison lors des 2 suivis.

A l'image de la pression organique, une dystrophie phosphorée pré-existe dès la station amont, déjà significative et chronique, voire élevée en considérant le phosphore total (forme organique privilégiée par la pollution organique conjointe).

Cette dystrophie s'accroît ostensiblement lors de la traversée de l'agglomération, puis devient hypertrophie en aval des rejets des stations d'épuration. Le ré-équilibre avec la forme orthophosphate dans ces 2 stations souligne la proximité des rejets dans le milieu (avant que le phosphore ne se lie à la matière organique).

Comparée à 2013/2014, bien que déjà conséquente, l'hypertrophie phosphorée à l'aval de la station d'épuration (et aire d'autoroute) apparaît fortement accrue en 2024. d'autoroute (à noter que cette dernière ne traite pas le phosphore)

➤ **Matières azotées hors nitrates**

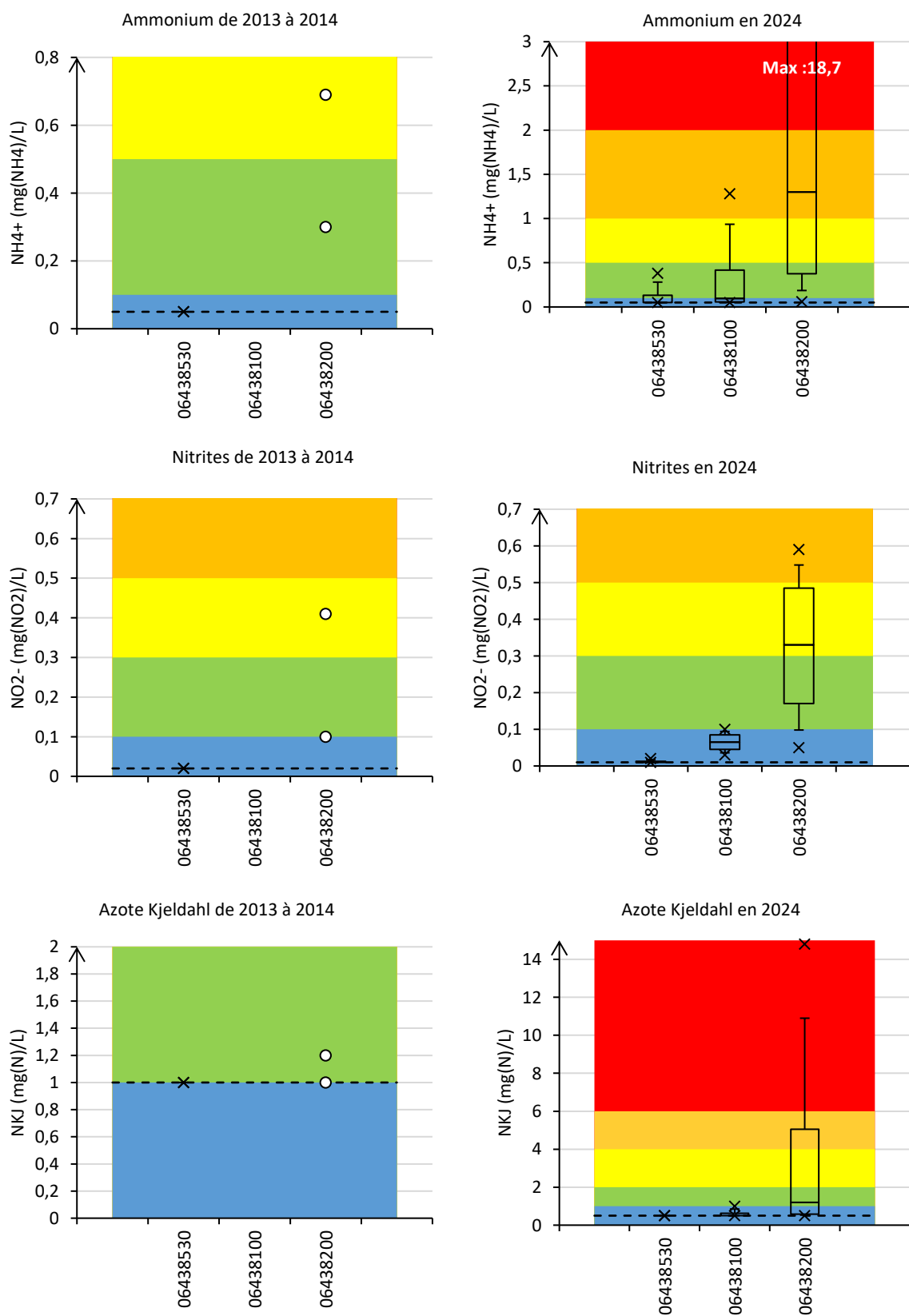


Figure 170. Variabilité des teneurs en matières azotées (hors nitrates) dans la Lanterne. Comparaison lors des 2 suivis.

A l’image des matières phosphorées, la pollution de la Lanterne par l’ammonium, déjà chronique et non négligeable dès la station amont, croît ostensiblement lors de la traversée de l’agglomération, puis devient extrêmement élevée à l’aval du rejet de la STEU (et de l’aire d’autoroute).

Les teneurs en nitrites suivent la même dynamique bien qu’à un niveau de contamination relatif un peu moins élevé. La prise en compte de la forme organique de l’azote à travers le paramètre Kjeldahl illustre pour sa part le caractère exponentiel de la pollution à l’aval du rejet de la STEU (et de l’aire d’autoroute).

Bien que déjà diagnostiquée en 2013-2014, cette dystrophie azotée à l’aval de la STEU apparaît en 2024 comme étant considérablement aggravée (notamment pour l’ammonium et l’azote organique).

➤ Nitrates

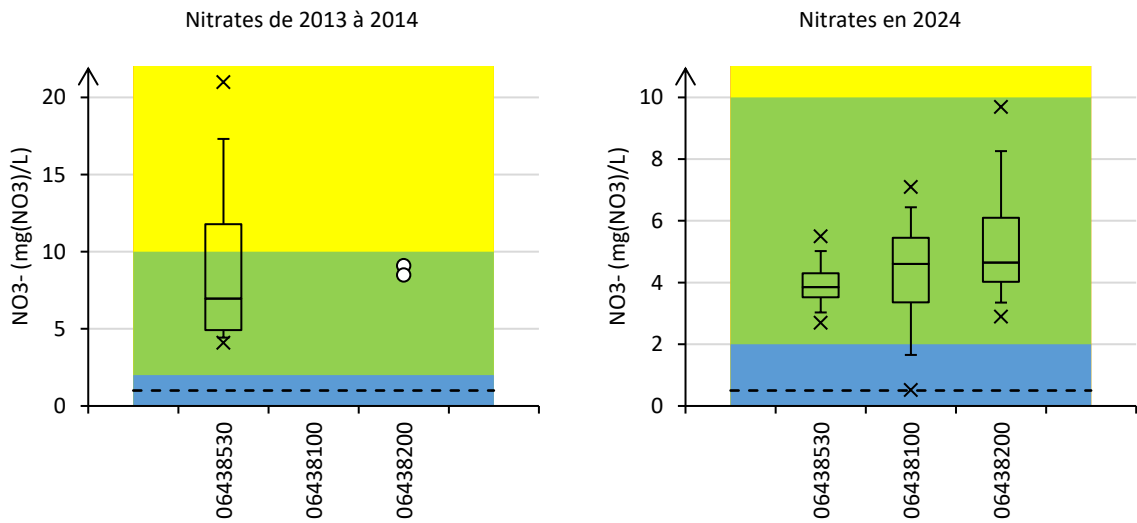


Figure 171. Variabilité des teneurs en nitrates dans la Lanterne. Comparaison lors des 2 suivis.

Un léger accroissement de la contamination par les nitrates est observée le long du linéaire, mais sans commune mesure avec ce qui est constaté pour les autres nutriments. En outre, contrairement aux autres paramètres, le niveau de contamination du milieu par les nitrates semble avoir nettement diminué au cours de la décennie, pour correspondre en 2024 à un niveau de pollution modéré (dans ce secteur apical de la Lanterne).

D. Pesticides et autres micropolluants

Les substances micropolluantes et métaux lourds n’ont pas été investigués en 2024. Il n’existe pas d’historique disponible depuis au moins 2011 sur ces stations sur support eau (à noter toutefois une étude « micropolluants » portée par le SVO en 2020-2021 à une échelle plus large dans le BV). Les données présentées ci-après correspondent à des analyses sur support sédiment en 2013.

➤ Pesticides

		6438530	6438200
2013	Nombre de substances quantifiées	1	2
	Nombre de substances recherchées	128	128

Tableau 129. Efforts analytiques et niveaux de contamination par les pesticides adsorbés sur le sédiment dans le ruisseau de la Lanterne en 2013.

	Paramètres	Nb quantif. 2013	Conc. moyenne 2013 (µg/kg MS)
6438530	AMPA	1	0,0540
	Total Pesticides	1	0,0540
6438200	AMPA	1	1,3800
	Glyphosate	1	0,1350
	Total Pesticides	2	0,7575

Tableau 130. Pesticides adsorbés sur sédiments quantifiés en 2013.

Malgré les difficultés analytiques sur lesquelles reposent les caractérisations de la pression pesticides à partir d'une recherche sur sédiment (analyse multi-résidus partielle, absence de répliat, des LQ parfois élevées, limitation aux substances hydrophobes...), on a constaté en 2013 une pollution du milieu par le glyphosate et l'AMPA. Le glyphosate était alors possiblement utilisé en milieu urbain ou agricole et l'AMPA peut avoir de multiples origines.

Par conséquent, ces éléments permettent d'illustrer la prévalence d'une pression pesticide, mais sans pouvoir en déterminer la typologie de pression associée et son intensité.

➤ Autres micropolluants

		6438530	6438200
2013	Nombre de substances quantifiées	0	15
	Nombre de substances recherchées	84	84

Tableau 131. Efforts analytiques et caractérisation des contaminations sédimentaires du ruisseau de la Lanterne par les micropolluants adsorbés.

	Libellé Paramètre	Nb quantif 2013	Concentration moyenne 2013 (mg/kg MS)
6438200	HAP		
	Anthracène	1	32
	Benzo(a)anthracène	1	355
	Benzo(a)pyrène	1	302
	Benzo(b)fluoranthène	1	360
	Benzo(g,h,i)pérylène	1	222
	Benzo(k)fluoranthène	1	146
	Chrysène	1	435
	Dibenzo(a,h)anthracène	1	103
	Fluoranthène	1	492
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	357
	Phénanthrène	1	169
	Pyrène	1	491
	Total HAP	12	288,67
	PBDE : Diphényléthers bromés		
	Pentabromodiphényl éther (congénère 99)	1	0,33
	Total PBDE : Diphényléthers bromés	1	0,33
	Phtalates		
	Di(2-ethylhexyl)phtalate	1	509
	Total Phtalates	1	509
	Autres MPO		
	EDTA	1	53
	Total Autres MPO	1	53

Tableau 132. Micropolluants (hors pesticides) adsorbés sur sédiments et quantifiés en 2013 dans la Lanterne.

La pression domestique/anthropique engendrée par Pouilley-les-Vignes (agglomération + rejet STEU + aire d'autoroute) est démontrée de façon drastique par la contamination du sédiment par les micropolluants : non quantifiée à l'amont, la pollution par les HAP et des substances ubiquistes (plastifiants et autres ubiquistes) est fortement avérée en aval.

➤ Métaux lourds

	6438530	6438200
ETM	2013	2013
Arsenic	40,60	19,50
Cadmium	1,10	0,50
Chrome	58,50	36,90
Cuivre	12,10	15,90
Mercur	0,04	0,12
Nickel	58,50	25,60
Plomb	32,10	25,10
Zinc	80,60	101

Tableau 133. Concentrations sédimentaires en ETM dans la Lanterne (mg/Kg MS). Couleurs = référentiel SEQ-Eau.

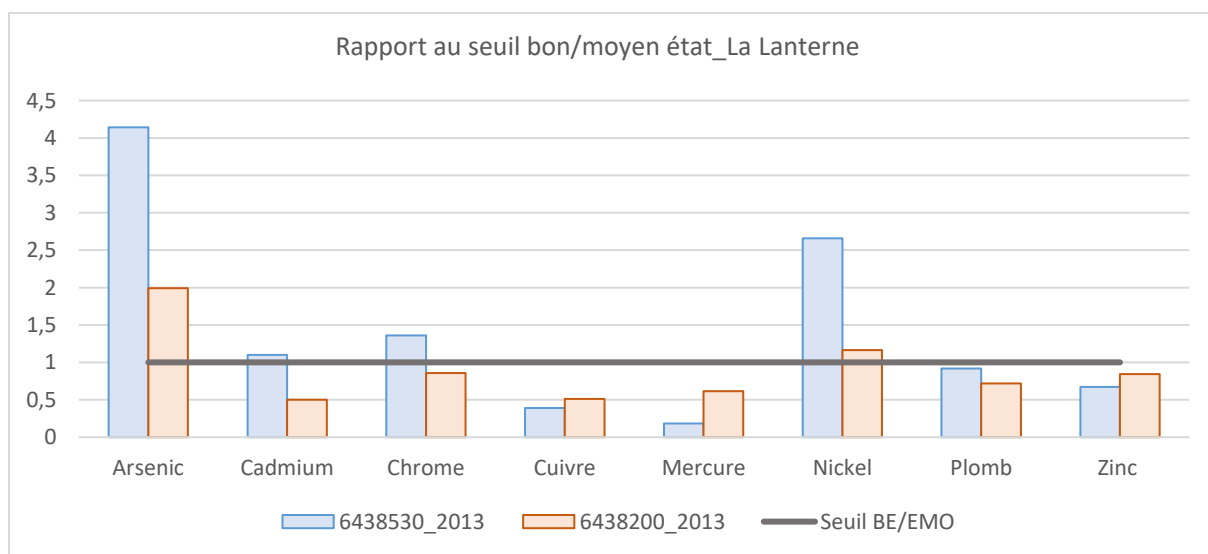


Figure 172. Profil de contamination sédimentaire de la Lanterne par les ETM (rapports au seuil bon/moyen du SEQ Eau).

Contrairement aux pressions organiques, trophiques et micropolluants, la contamination de la Lanterne par les métaux lourds tend globalement à décroître fortement entre l'amont et l'aval de l'agglomération (malgré des teneurs encore élevées en arsenic et nickel). On notera toutefois les cas particulier du cuivre, du mercure et du zinc qui à l'inverse augmentent légèrement.

Ces observations reposant sur 1 analyse sédimentaire vieille d'une décennie, et compte tenu de l'accroissement « récent » de plusieurs des pressions précitées, il convient d'être prudent quant à l'évaluation de l'état actuel supposé de ce type de contamination.

E. Biologie

1. Diatomées

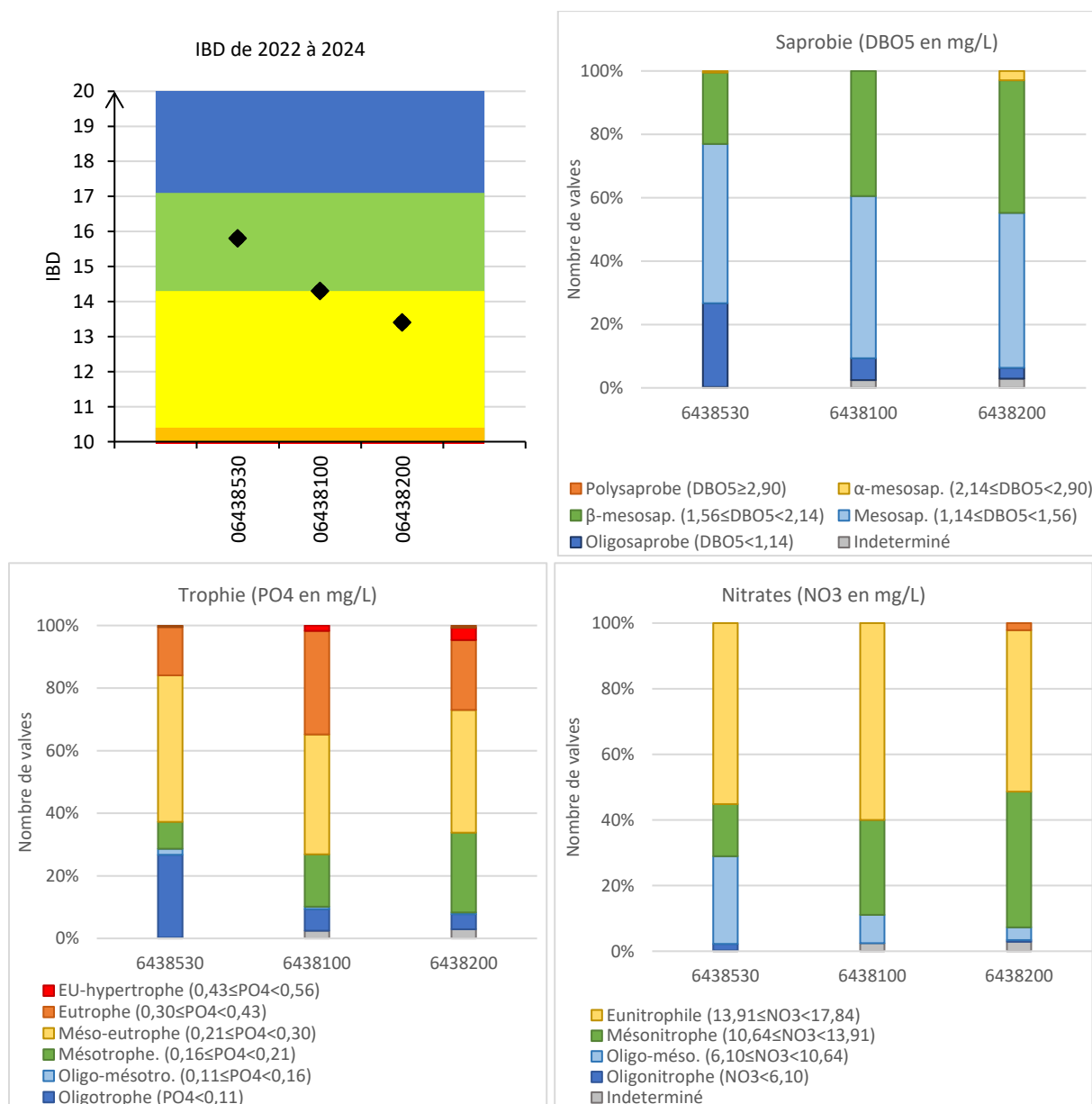


Figure 173. Valeurs de l'IBD (classes d'état DCE), et profils de sensibilité des communautés diatomiques en 2024 aux paramètres DBO5 (en haut à droite) PO4 (en bas à gauche) et NO3 (en bas à droite) dans le ruisseau de la Lanterne.

Les états diatomiques et leurs profils de sensibilité s'inscrivent globalement en cohérence avec les précédentes observations physico-chimiques :

- Etat amont déjà altéré puis dégradation progressivement encore accrue le long du linéaire ;
- Adaptation à des eaux hyper-phosphorées, en particulier dans la station la plus en aval ;
- Diminution longitudinale de la proportion des profils sensibles au paramètre DBO5 (pression organique) ;
- Profil de sensibilité aux nitrates relativement homogène, malgré « l'apparition » de taxons plus tolérants dans la station la plus en aval.

2. Macro-invertébrés

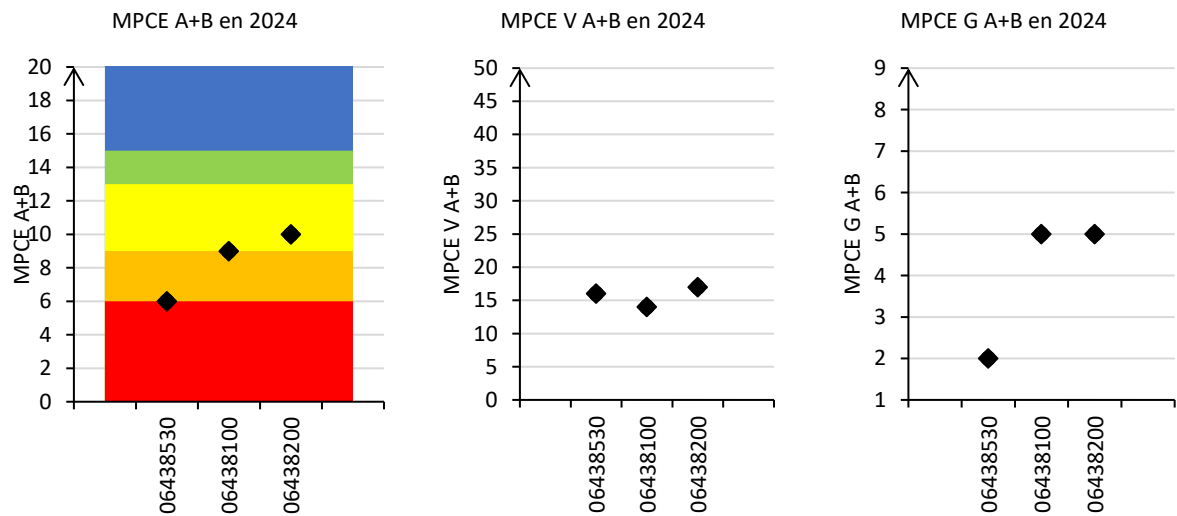


Figure 174. IBG-DCE et métriques associées (variété et rang du groupe indicateur) en 2024 (couleurs : classes DCE).

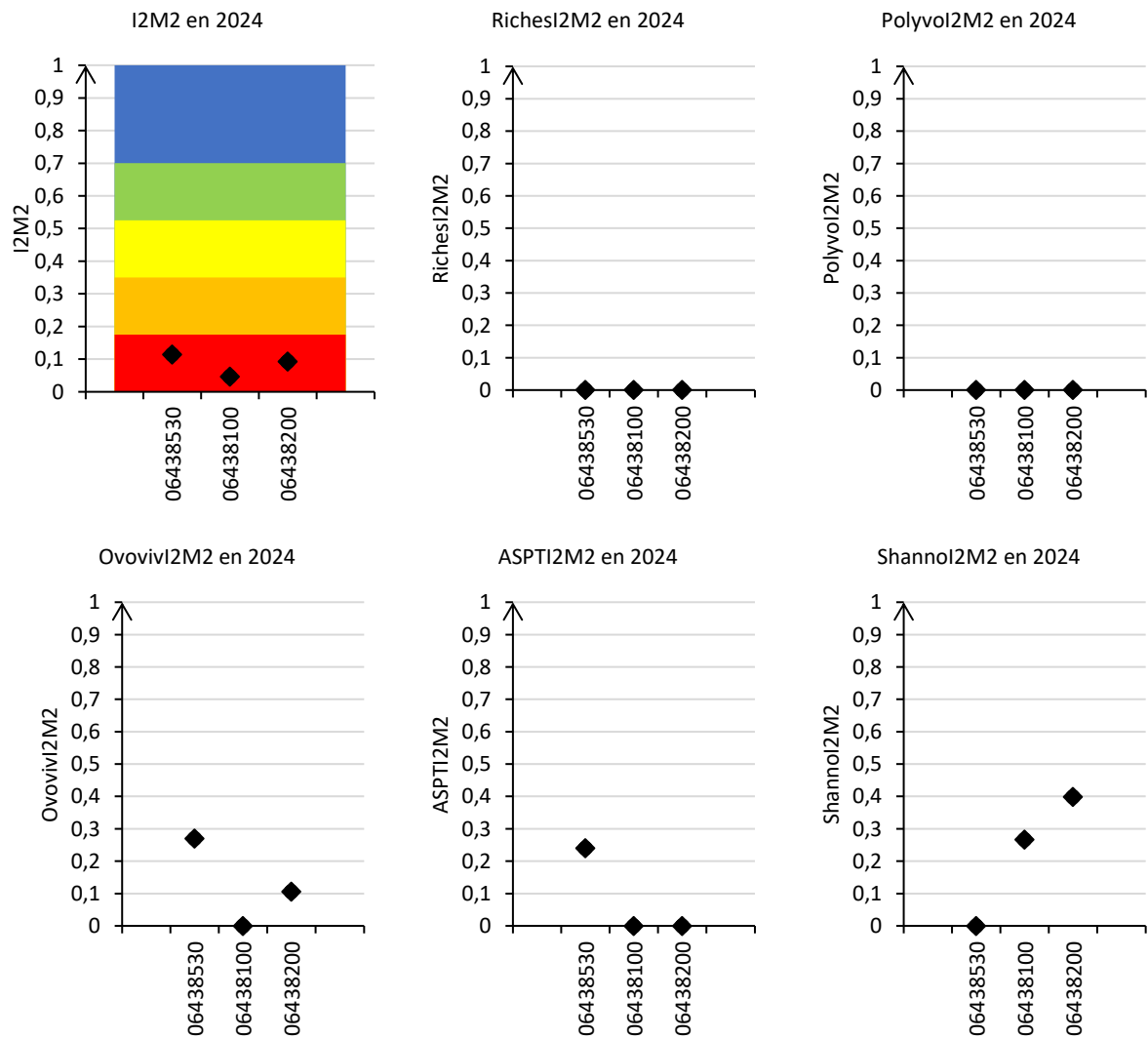


Figure 175. I2M2 et métriques élémentaires associées en 2024 (couleurs : classes DCE).

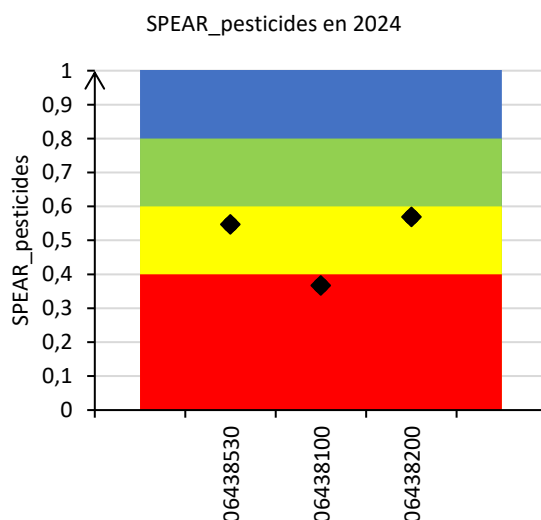


Figure 176. Valeurs de l'indice SPEAR pesticide des communautés macrobenthiques au niveau des stations départementales en 2023. Les classes de qualités sont celles relatives à l'indice *sensu stricto*, indépendant des états DCE.

Comme indiqué dans le chapitre relatif aux états DCE, les 3 états macrobenthiques sont classés en un « mauvais état » (selon indice I2M2).

Ceci s'explique en particulier par les variétés taxonomiques qui y sont très faibles (une 15^{aine} de taxons type IBGN, un peu plus en amont en considérant la variété type I2M2), du fait de la mauvaise qualité des habitats en particulier dans les 2 stations encadrant la stations d'épuration (84%-88% de marne-argile), mais de façon plus inattendu au niveau de la station amont composé majoritairement de galets (colmatés).

En conséquence, outre la démonstration de l'impact de l'altération de la morphologie du cours d'eau sur la qualité biologique, l'évaluation de la sensibilité des communautés à la qualité de l'eau est altérée par la faiblesse de la diversité. On pourra tout au plus souligner une métrique ASPT un peu moins catastrophique au niveau de la station amont (malgré l'absence de *Hydroptila sp* (GI 5/9). contacté dans les stations aval), ce qui s'inscrirait en cohérence avec les observations diatomiques et physico-chimiques.

F. Synthèse

La Lanterne dispose d'une qualité altérée dès la station amont, tant sur le plan morphologique que des pressions organiques, phosphorées et azotées. Elle dispose par conséquent d'états hydrobiologiques déjà dysfonctionnels.

Néanmoins, ces altérations sont sans commune mesure avec les impacts qualitatifs générés par la traversée de l'agglomération de Pouilley-les-Vignes. Des rejets d'assainissement y sont donc très fortement suspectés (défauts dans le réseau d'assainissement). Enfin, le rejet de la station d'épuration de Pouilley-les-Vignes et de l'aire d'autoroute accroît de façon encore plus drastique ces pressions organiques et trophiques, extrêmement élevées en ce qui concerne les matières phosphorées et azotées. A noter qu'en l'état des connaissances, il n'est pas possible de discriminer les parts respectives de l'impact issu de ces 2 rejets.

Préexistante il y une décennie, l'intensité de ces pollutions tendent plutôt à croître depuis.

A noter que, concomitamment, la contamination par les substances toxiques n'est qu'entrevue, la pollution par les nitrates paraît ici secondaire, et que l'altération de la morphologie du cours est prégnante dans les 2 stations aval.

Annexes

Principes d'échantillonnages et d'exploitation des données macrobenthiques et diatomiques

Echantillonnage et traitement des macro-invertébrés

NF T90-333: Prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes, septembre 2016.

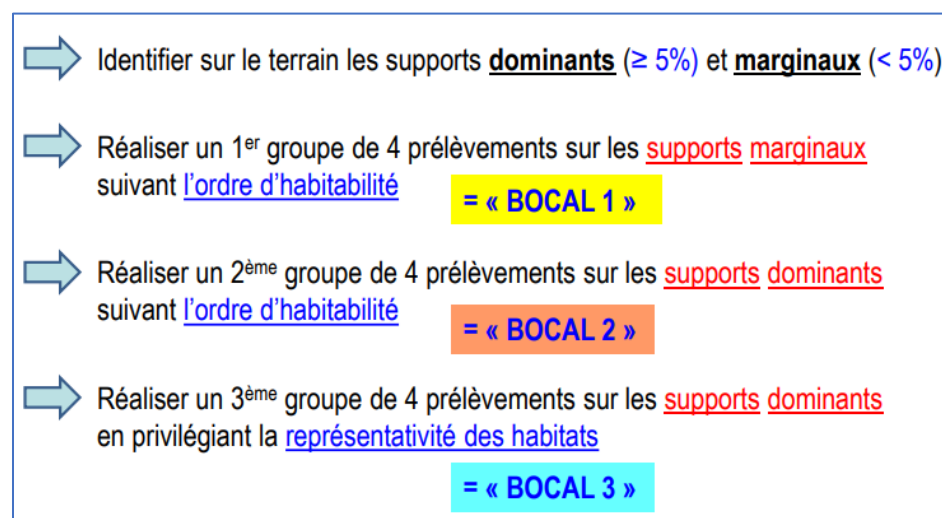
XP T90-388: Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau, juin 2010.

Pour obtenir un échantillon représentatif de la mosaïque des habitats dominants d'un site donné, et échantillonner les habitats marginaux qui permettront en outre de calculer une note équivalent-IBGN et I2M2, le protocole préconise d'échantillonner 12 prélèvements en combinant :

- un échantillonnage des habitats dominants basé sur 8 prélèvements unitaires ;
- un échantillonnage des habitats marginaux, basé sur 4 prélèvements, qui permettra de garantir une conformité suffisante avec le protocole IBGN.

Les 12 prélèvements sont réalisés en 3 groupes de 4 relevés (ou 3 « bocaux ») qui pourront être regroupés sur le terrain en respectant certaines règles. En pratique, cela signifie :

- identifier sur le terrain les supports dominants (superficie > 5 %) et marginaux (< ou égal à 5 %) ;
- réaliser un premier groupe de 4 prélèvements sur les supports marginaux, suivant l'ordre d'habitabilité (bocal 1) ;
- réaliser un deuxième groupe de 4 prélèvements sur les supports dominants, suivant l'ordre d'habitabilité (bocal 2) ;
- réaliser un troisième groupe de 4 prélèvements sur les supports dominants, en privilégiant la représentativité des habitats (bocal 3).



DÉFINITION DU SUBSTRAT	HABITABILITÉ	PROTOCOLE PRÉLÈVEMENT
Bryophytes	11	Végétal seul (sur bloc) ou avec élément support (sur cailloux)
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	10	Inclut la couche superficielle du sédiment
Débris organiques grossiers (litières)	9	Inclut la couche superficielle du sédiment
Chevelus racinaires, supports ligneux	8	Végétal seul
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) (25 à 250 mm)	7	Inclut les différentes classes granulométriques de sédiments
Blocs (> 250 mm) inclus dans une matrice d'éléments minéraux de grande taille (25 à 250 mm)	6	Inclut les sédiments et la faune associés au bloc (abris sous bloc)
Granulats grossiers (graviers) (2 à 25 mm)	5	Inclut les différentes classes granulométriques de sédiments
Spermaphytes émergents de strate basse (hélophytes)	4	Inclut la couche superficielle du sédiment
Vases : sédiments fins (< 0,1 mm) avec débris organiques fins	3	Couche superficielle du sédiment (< 3 cm)
Sables et limons (< 2 mm)	2	Couche superficielle du sédiment (< 3 cm)
Algues	1	Inclut les éléments minéraux du support
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, marnes et argiles compactes)	0	Raclage de surface

Les résultats sont exprimés sous la forme de 3 listes faunistiques par échantillon, soit une liste pour chaque bocal. Ces listes permettront par différentes combinaisons de recalculer

- une liste « équivalente IBGN » (B1 + B2) ;
- une liste « habitats dominants » (B2 + B3) ;
- une liste « habitats marginaux » (B1) ;
- une liste « faune globale » (B1 + B2 + B3).

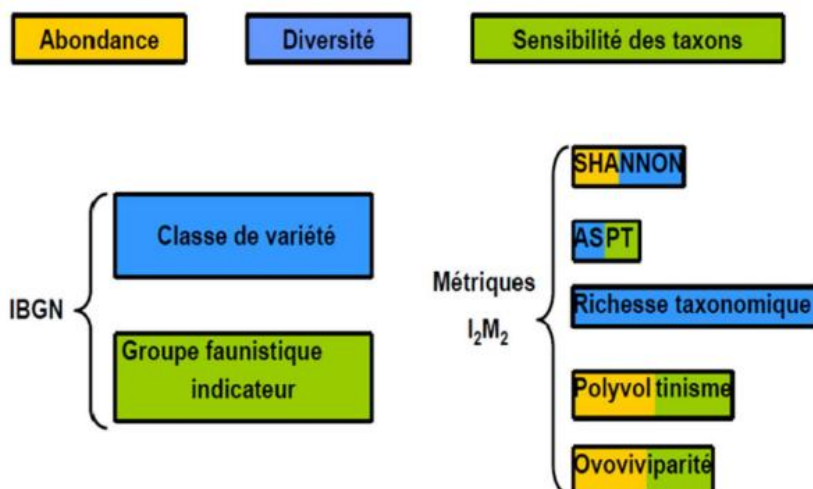
Exploitation des données macro-invertébrés

Cet unique protocole d'échantillonnage permet l'exploitation des données selon deux philosophies distinctes :

- « l'équivalent-IBGN », qui dérive directement de l'IBGN, dont la note /20 est calculé à partir de la combinaison d'un rang de groupe indicateur (sensibilité des taxons) et d'une variété taxonomique (identification au niveau de la famille), sur la base de 8 prélèvements.
- « l'I2M2 », qui considère l'intégralité des 12 prélèvements/3 phases avec une détermination pouvant atteindre le niveau générique. Le calcul de l'indice se fait à l'aide d'un algorithme qui prend en compte plusieurs dizaines, voire centaines, de sous-métriques. Parmi-ces dernières, 5 ont un poids prépondérant dans la note I2M2 final : elles sont appelées les 5 métriques élémentaires et peuvent être utilisées pour faciliter l'interprétation de la note finale.
- « l'outil diagnostique », indépendant de l'I2M2, qui est un outil d'aide à l'interprétation en établissant des probabilités de présence différents types de pressions physico-chimiques et hydromorphologiques. Il est généralement présenté sous forme de diagrammes en étoile.

Métriques utilisées, IBG vs I2M2

Paramètres exigés par la DCE pour l'élément biologique « macro-invertébrés »



1- l'indice de **diversité de Shannon-Weaver** (Shannon, 1948) = abondance et diversité : B1 + B2 (habitats les plus biogènes) : **hétérogénéité et la stabilité de l'habitat**, compte tenu de la structure taxonomique de l'assemblage autochtone des macro-invertébrés. Cet indice prend en compte à la fois la **richesse taxonomique** et la **distribution des abondances relatives**

2- la valeur de l'**ASPT** (Average Score Per Taxon ; Armitage *et al.* 1983) = sensibilité et diversité : B2+ B3 (habitats dominants) mesure, sur une échelle [0-10] dans sa version initiale, le **niveau de polluo-sensibilité moyen de l'assemblage des macro-invertébrés**

3- la **fréquence relative des espèces polyvoltines** = taxons ayant capacité à produire plus d'une génération par an = abondance et sensibilité : B1 + B2+ B3 La présence d'une forte proportion de **taxons à cycle court** (donc susceptibles de produire un nombre élevé de générations au cours d'une année = taxons polyvoltins) dans un assemblage faunistique est **indicateur de l'instabilité de l'habitat**, souvent associée à des pressions anthropiques fortes et/ou fréquentes.

4- la **fréquence relative des espèces ovovivipares** = soins parentaux jusqu'au moment de l'éclosion (soins parentaux) = abondance et sensibilité : B1 + B2 + B3 L'ovoviviparité est une stratégie de reproduction qui permet de **maximiser la survie au stade embryonnaire**, en isolant les oeufs des contraintes environnementales du milieu extérieur

5- la **richesse taxonomique** (Gabriels *et al.* 2010) = diversité = B1+ B2+ B3 **nombre de taxons identifiés** au niveau systématique préconisé par la norme AFNOR XP T90-388, révèle l'**hétérogénéité de l'habitat**

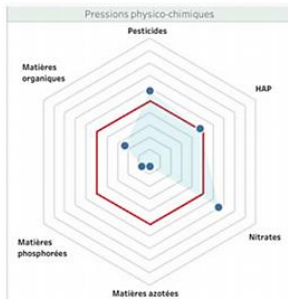
Focus I2M2

- intègre l'écart à la situation de référence,
- prend en compte les caractéristiques des communautés de macro invertébrés benthiques en terme de caractéristiques taxonomiques et de traits biologiques (détermination des individus au genre et non plus à la famille),
- prend en compte les abondances,
- calculé à partir d'un protocole de prélèvement représentatif de la mosaïque d'habitats présents dans le cours d'eau.

> **Indicateur beaucoup plus sensible à la dégradation de la qualité de l'eau et aux altérations morphologiques.**

Focus 'Outil diagnostic' de l'I2M2

- Lié à l'I2M2
- Donne des probabilités de pressions :
 - **Morphologique**
 - RIPISYLVE : dégradation de la ripisylve.
 - VOIES_COMMUNICATION : de voies de communication.
 - URBANISATION_100M : l'urbanisation dans une zone de 100m
 - RISQUE_COLMATAGE : colmatage des substrats.
 - INSTABILITE_HYDROLOGIQUE :
 - ANTHROPISATION_BV : liée à l'anthropisation globale du BV
 - **Physicochimique**
 - MATIERES_ORGANIQUES : oxygène dissous, taux de saturation en oxygène, (DBO5), (DCO), carbone organique dissous, ammonium et azote Kjeldahl.
 - MATIERES_PHOSPHOREES : orthophosphates et phosphore total.
 - MATIERES_AZOTEES : matières azotées (hors nitrates).
 - NITRATES
 - HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques.
 - PESTICIDES



Echantillonnage et exploitation des données diatomiques

Qualité de l'eau - Détermination de l'Indice Biologique Diatomées (IBD) (NF T90-354 Décembre 2007)

Qualité de l'eau - Échantillonnage, traitement et analyse de diatomées benthiques en cours d'eau et canaux (NF T90-354 Avril 2016)

Spectre biologique large, espèces avec des cycles de vie court

Réactivité : Echelle spatio-temporelle étroite (station)

Pressions principales : modification de la qualité de l'eau

- **Inconvénients**
 - Difficultés de détermination
 - Peu sensibles aux modifications d'habitat
- **Avantages**
 - Présence dans tous les systèmes aquatiques
 - Facilité d'échantillonnage
 - Forte réactivité aux perturbations ponctuelles (cycle de vie court)

Habitat /supports prélevables

- Préférentiellement pierres
- Mais aussi supports artificiels !



Echantillonnage :

- Le prélèvement s'effectue sur des substrats stables, durs et inertes en priorité (rochers, pierres, blocs, galets) de taille suffisante pour ne pas être déplacés par le courant et dont il est sûr qu'ils ont été immergés les mois précédents. Les substrats retenus se situent généralement à environ 15 à 20 cm de profondeur. A défaut, on cherchera des substrats durs artificiels comme piles de pont, berges bétonnées...En cas d'absence de substrats durs, les diatomées peuvent être récoltées sur des végétaux immergés par expression de ceux-ci. Les prélèvements sur des substrats meubles comme la vase ou le bois sont strictement proscrits (flore diatomique saprophile) ; dans le cadre de cette étude, les prélèvements ont toujours été réalisés sur des substrats durs naturels (galets, blocs, rochers) ;
- Une surface de 100 cm² est prospectée et est répartie sur 5 substrats différents (20 cm² par substrat). Dans les cours d'eau pauvres en nutriments où les diatomées ne sont pas abondantes, on augmentera la taille de la surface prospectée ; elle peut aller jusqu'à 1000 cm² d'après la norme. Les substrats sont rincés dans le courant pour éliminer les particules minérales et/ou valves mortes éventuellement déposées ;
- Les diatomées sont récoltées par grattage de la surface supérieure des substrats à l'aide de brosses à dents. La brosse est idéale pour récupérer les diatomées fixées dans les interstices des supports, en particulier si ces derniers ne sont pas lisses. Afin d'éviter toute interférence entre deux échantillons, les brosses sont systématiquement remplacées à chaque relevé ;
- L'échantillonnage s'effectue au centre du lit du cours d'eau grâce au port de cuissardes. Les prélèvements sont toujours effectués en faciès lotique ou semi-lotique (préférence pour les radiers) dans des zones bien éclairées (évitement des couverts forestiers si cela est possible) ; cela n'a pas été toujours possible, certaines stations étant situées dans la forêt ;
- Le matériel biologique prélevé est immédiatement fixé à l'éthanol 70% et réparti dans un pilulier à double cape en polyéthylène translucide. Les renseignements suivants sont portés sur chaque flacon : code station, nom du cours d'eau, commune, date du prélèvement, nom du préleveur.

L'identification des diatomées étant basée sur l'examen microscopique du frustule siliceux, les échantillons sont traités à l'eau oxygénée H₂O₂ bouillante (30 %) et, le cas échéant, à l'acide chlorhydrique afin d'éliminer le protoplasme. Ils sont ensuite centrifugés et les culots sont rincés plusieurs fois à l'eau distillée pour enlever toute trace d'eau oxygénée. Après déshydratation, une partie du culot est montée entre lame et lamelle dans une résine réfringente, le Naphrax (Northern Biological Supplies Ltd, Angleterre - Indice de réfraction = 1,74).

Un comptage par transect est effectué sur 400 valves à partir de la lame réalisée à partir du prélèvement « IBD » ; ceci afin de dresser un inventaire taxonomique, les résultats étant exprimés par l'abondance relative (en %) de chaque taxon. Le comptage est réalisé à l'aide d'un compteur manuel afin d'obtenir 400 diatomées. Les valves sont comptées et déterminées au niveau spécifique ou infraspécifique, en microscopie photonique au grossissement x 1000 et à contraste de phase.

L'identification fait appel aux ouvrages les plus récents de la Süßwasserflora (Krammer & Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, 1991b...) et à d'autres ouvrages pour les taxons absents de la flore de référence, notamment celui relatif aux zones des sources (LangeBertalot H. 2004).

Après saisie codifiée (code à 4 lettres) sur ordinateur à l'aide du logiciel OMNIDIA (Lecointe & al., 1993) et de la base récemment mise à jour, les inventaires conduisent à l'estimation de l'abondance relative des taxons, au calcul d'un indice de diversité (Shannon & Weaver) et de plusieurs indices diatomiques dont l'Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS) et l'Indice Biologique Diatomées (IBD).

L'Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS) mis au point par le Cemagref (1982) sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse est un indice fondé sur la pondération "abondance-sensibilité spécifique". Il présente

l'avantage de prendre en compte la totalité des espèces présentes dans les inventaires. Il permet de donner une note à la qualité de l'eau variant de 1 (eaux très polluées) à 20 (eaux pures). Il a été utilisé en routine durant plusieurs années et de nombreux auteurs ont noté sa bonne corrélation avec la physico-chimie de l'eau. La sensibilité de l'IPS à la dégradation de la qualité du milieu s'avère meilleure comparativement aux autres indices ; cela a été mis en évidence notamment dans le cadre du suivi de plus de 300 relevés du bassin Artois-Picardie (COSTE et AYPHASSORHO, 1991). Cet indice fait l'objet de mises à jour régulières.

L'indice Biologique Diatomées (IBD), utilise 209 taxons repères dont 57 appariés (diatomées morphologiquement très proches, regroupées au sein d'unités taxonomiques) et le barycentre de leurs profils de distribution établis en probabilités de présence à partir d'un jeu de données volumineux. Notons que l'IBD est un indice de qualité générale de l'eau basé en particulier sur les matières oxydables et la salinité qui ne prend pas en compte tous les taxons d'un relevé. Son calcul diffère notablement de celui de l'IPS et est complexe pour les non-statisticiens. Pour plus d'informations sur le calcul de cet indice, on pourra se reporter à l'article de LENOIR & COSTE (1996).